Höhere Technische Bundeslehranstalt Hollabrunn

Höhere Lehranstalt für Elektronik

Ausbildungsschwerpunkt Telekommunikation

Ich (Wir) erkläre(n) an Eides statt, dass ich (wir) die vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe(n).

Andreas Schneider

Marcel Forster

Hollabrunn, im Mai 2012

HINWEISE

Die vorliegende Diplomarbeit wurde in Zusammenarbeit mit der technischen Universität Wien ausgeführt.

Die in dieser Diplomarbeit entwickelte Software-Produkte dürfen ganz oder auch in Teilen von Privatpersonen oder Firmen nur dann in Verkehr gebracht werden, wenn sie diese selbst geprüft und für den vorgesehenen Verwendungszweck für geeignet befunden haben.
Es wird keinerlei Haftung übernommen für irgendwelche Schäden, die aus der Nutzung der hier entwickelten oder beschriebenen Bestandteile des Projekts resultieren.

Für alle Entwicklungen gilt die GNU General Public License [http://www.gnu.org/licenses/gpl.html] der Free Software Foundation, Boston, USA in der Version 3.

Die Diplomarbeit erfüllt die “Standards für Ingenieur- und Technikerprojekte” entsprechend dem Rundschreiben Nr. 60 aus 1999 des BMBWK (GZ.17.600/101-II/2b/99).[http://www.bmukk.gv.at/ministerium/rs/1999_60.xml]

SCHLÜSSELBEGRIFFE

Diplomarbeit
Oberflächenenergie
LabVIEW
NI Vision
Bildverarbeitung

DANKSAGUNGEN

Ein besonderer Dank gilt:

- der TU Wien , ohne die die Durchführung dieser Diplomarbeit nicht möglich gewesen wäre
- unseren Betreuern für ihr Engagement an unserer Diplomarbeit
- Herrn Prof. Dobart und Herrn Prof. Smetana die uns bei der Entwicklung der Schaltungen Hilfestellungen gaben

HÖHERE TECHNISCHE BUNDESLEHRANSTALT HOLLABRUNN

Höhere Lehranstalt für Elektronik

Ausbildungsschwerpunkt Telekommunikation

DIPLOMARBEIT

Reife- und Diplomprüfung 2011/2012

5AHELT

Thema:	Hot Drop II
Aufgabenstellung (Kurzfassung)	Ergänzende Ausführungen siehe Beilage

Kandidaten / Kandidatinnen

Schneider Andreas

Forster Marcel

Betreuer / Betreuerin

DI Dr. Anton Bergauer

DI Franz Geischläger

Externe Kooperationspartner

Firma / Institution	TU Wien (Institut für Festkörperphysik)
Betreuer / Kontaktperson	a.o. Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Christoph Eisenmenger-Sittner
Schriftliche Kooperationsvereinbarung liegt vor	nein

Budget	€ 300,00
Bedeckung durch	HTL Hollabrunn

Geplante Verwertung der Ergebnisse

Einsatz für die Bestimmung der Oberflächenenergiemessung am Institut für Festkörperphysik an der TU Wien

Erklärung

Die unterfertigten Kandidaten / Kandidatinnen haben gemäß § 34 (3) SchUG in Verbindung mit § 22 (1) Zi. 3 lit. b der Verordnung über die abschließenden Prüfungen in den berufsbildenden mittleren und höheren Schulen, BGBl. II Nr. 70 vom 24.02.2000 (Prüfungsordnung BMHS), die Ausarbeitung einer Diplomarbeit mit der umseitig angeführten Aufgabenstellung gewählt.
Die Kandidaten / Kandidatinnen nehmen zur Kenntnis, dass die Diplomarbeit in eigenständiger Weise und außerhalb des Unterrichtes zu bearbeiten und anzufertigen ist, wobei Ergebnisse des Unterrichtes mit einbezogen werden können.
Die Abgabe der vollständigen Diplomarbeit hat bis spätestens

11.05.2012

beim zuständigen Betreuer zu erfolgen.
Die Kandidaten / Kandidatinnen nehmen weiters zur Kenntnis, dass gemäß § 9 (6) der Prüfungsordnung BMHS nur der Schulleiter bis spätestens Ende des vorletzten Semesters den Abbruch einer Diplomarbeit anordnen kann, wenn diese aus nicht beim Prüfungskandidaten (bei den Prüfungskandidaten) gelegenen Gründen nicht fertiggestellt werden kann.

Kandidaten / Kandidatinnen - Unterschrift

Schneider Andreas

Forster Marcel

DI Dr. Anton Bergauer
Prüfer

DI Franz Geischläger
Prüfer

Dipl.-Ing. Wilfried Trollmann
Abteilungsvorstand

HÖHERE TECHNISCHE BUNDESLEHRANSTALT · HOLLABRUNN ·

DI Wolfgang Bodei
Direktor

Genehmigung:

St Pölten, am 23. JAN. 2012

LANDESSCHULRAT FÜR NIEDERÖSTERREICH

HR DI Dr. Wilhelm König
Landesschulinspektor

HÖHERE TECHNISCHE BUNDESLEHRANSTALT HOLLABRUNN

Abteilung: **ELEKTRONIK**
Ausbildungsschwerpunkt: TELEKOMMUNIKATION

KANDIDAT:

Marcel FORSTER, Andreas SCHNEIDER

BETREUER:

Dipl.-Ing. Dr. Anton BERGAUER
Dipl.-Ing. Franz GEISCHLÄGER

THEMA:

Hot Drop II

AUFGABENSTELLUNG:

Die Diplomarbeit baut auf den Ergebnissen einer Diplomarbeit auf und soll vorhandene Anwendungen vervollständigen und mit erforderlichen Funktionen für den praktischen Betrieb erweitert werden.

Die Messung der Oberflächenenergie stellt eine technologisch hochinteressante Möglichkeit zur Analyse und Charakterisierung von Oberflächen in der Festkörperphysik dar. Sie wird im Besonderen an dünnen Schichten und speziell modifizierten Grenzflächen zunehmend eingesetzt.

Am Institut für Festkörperphysik der TU-Wien, Arbeitsgruppe Dünne Schichten wird seit kurzer Zeit ein Messgerät zur Bestimmung der Oberflächenenergie von Beschichtungen eingesetzt. Die Messung wird unter Hochvakuum und bei hohen Temperaturen bis zu 2000°C durchgeführt. Die Flüssigkeit, welche hier den Tropfen bildet ist eine Metallschmelze. Diese Messungen sind insbesondere für die Charakterisierung unterschiedlicher Materialkombinationen im Bezug auf Verlötbarkeit bzw. Hartverlötbarkeit relevant, da es sich bei neuartigen Hochleistungswerkstoffen oft um hochtemperaturbeständige Komposite handelt, deren Oberflächeneigenschaften bis dato noch zum Großteil unerforscht sind.

Die Auswertung der Messungen erfolgt derzeit erst nach der eigentlichen Versuchsdurchführung anhand von Videoaufnahmen, die während des Experimentes aufgenommen wurden. Dazu werden Einzelbilder des Videos mit einem Bildverarbeitungsprogramm manuell vermessen. So können zwar die Größe und Form der Schmelztropfen, der Kontaktwinkel zwischen Tropfen und Oberfläche, sowie das zeitliche Verhalten dieser Messgrößen bestimmt werden, die Auswertung ist jedoch sehr zeitaufwändig. Deshalb ist eine Analysesoftware zu erstellen, welche die Auswertung automatisiert.

Technische Rahmenbedingungen:
Die mit Hilfe einer Kamera gewonnenen Bilder von den „heißen Tropfen", sollen durch eine Analysesoftware automatisch ausgewertet werden, welche mit LabView 10 und dem Zusatzpaket NI Vision zu erstellen ist. Zur Berechnung der Oberflächenenergie werden Winkel an die Tropfenkontur angelegt.

Das Teststück durchwandert einen sehr großen Temperaturbereich und erreicht in seltenen Fällen auch den Bereich der optischen Glühemission, wodurch eine eventuelle Hintergrundbeleuchtung stark überstrahlt werden kann. Daraus resultieren häufig schwache und während der Versuchsdauer wechselnde Kontraste zwischen Vorder- und Hintergrund,

welche die Erkennung der Tropfenkontur stark erschwert. Um dies zu verhindern, wird ein Filter in LabView 10 entworfen, das diese Kontraste wieder hervorhebt. Zusätzlich soll die Hintergrundbeleuchtung automatisch ausgeschaltet werden, sobald der Tropfen zu glühen beginnt.

PROJEKTABLAUF:

- Einarbeiten in das Projekt des letzten Jahres
- Programm an LabView 10 anpassen
- Fehler beheben
- Design verbessern
- Automatische Hintergrundbeleuchtungsansteuerung entwickeln
- Filter zur Bildverbesserung programmieren
- Speichern und öffnen von manuell eingezeichneten Winkeln
- Aufnahme bei bestimmter Temperatur starten
- Automatische Winkelberechnung verbessern
- Testen des Programms
- Erstellen einer Messreihe
- Vollständige Dokumentation der Hard- und Software
- Zusammenfassung der Arbeit in deutscher und englischer Sprache; Pressetext mit Fotos und veröffentlichungsreife HTML-Seiten

htl bildung mit zukunft	**HÖHERE TECHNISCHE BUNDESLEHRANSTALT HOLLABRUNN**
	Abteilung: **Elektronik** Ausbildungsschwerpunkt: Telekommunikation

DIPLOMARBEIT
DOKUMENTATION

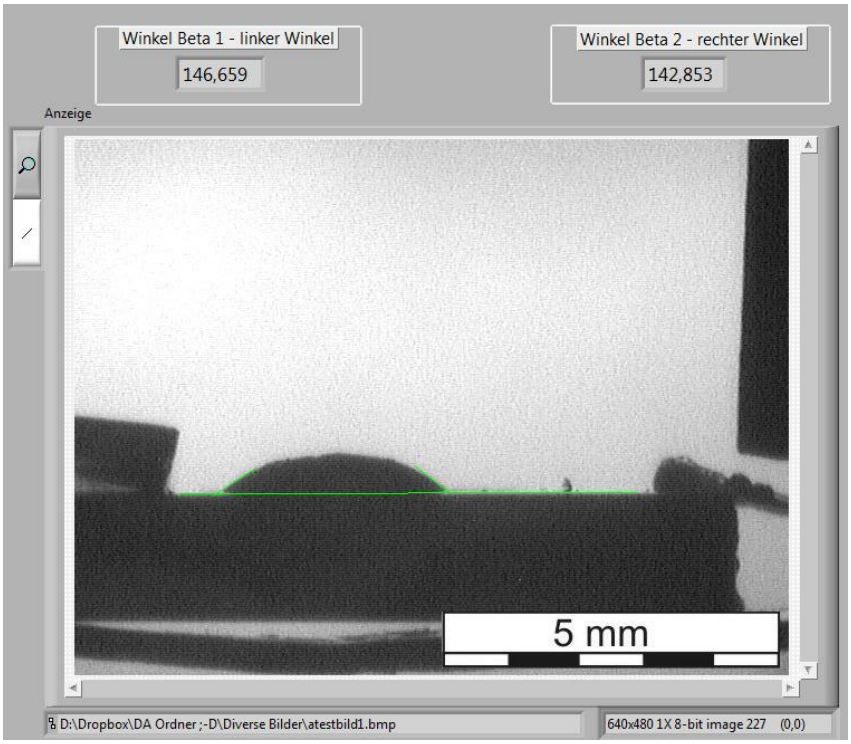
Namen der Verfasser/innen	Andreas Schneider Marcel Forster
Jahrgang / Klasse Schuljahr	5AHELT 2011/12
Thema der Diplomarbeit	Automatische Bildauswertung für die Oberflächenenergiemessung bei wechselnden Kontrasten
Kooperationspartner	TU Wien

Aufgabenstellung	Die Diplomarbeit baut auf den Ergebnissen einer im Vorjahr durchgeführten Diplomarbeit auf und soll bereits vorhandene Anwendungen vervollständigen und um zusätzliche für den praktischen Betrieb erforderliche Funktionen erweitern. Am Institut für Festkörperphysik der TU-Wien, Arbeitsgruppe Dünne Schichten wird ein Messgerät zur Bestimmung der Oberflächenenergie von Beschichtungen eingesetzt. Die Messung wird unter Hochvakuum und bei hohen Temperaturen bis zu 2000°C durchgeführt. Dazu wird ein Metallstück auf das Messobjekt aufgesetzt, das sich nach dem es geschmolzen ist, zu einem Tropfen formt. Durch die Messung der Kontaktwinkel des Tropfens kann dann die Oberflächenenergie bestimmt werden. Diese Messungen sind insbesondere für die Charakterisierung unterschiedlicher Materialkombinationen in Bezug auf Verlötbarkeit bzw. Hartverlötbarkeit relevant, da es sich bei neuartigen Hochleistungswerkstoffen oft um hochtemperaturbeständige Komposite handelt, deren Oberflächeneigenschaften bis dato noch zum Großteil unerforscht sind. Die Auswertung der Messungen erfolgt derzeit erst nach der eigentlichen Versuchsdurchführung anhand von Videoaufnahmen, die während des Experimentes aufgenommen wurden. Dazu werden Einzelbilder des Videos mit einem Bildverarbeitungsprogramm manuell vermessen. So können zwar die Größe und Form der Schmelztropfen, der Kontaktwinkel zwischen Tropfen und Oberfläche, sowie das zeitliche Verhalten dieser Messgrößen bestimmt werden, die Auswertung ist jedoch sehr zeitaufwändig. Deshalb ist es unsere Aufgabe eine Analysesoftware zu erstellen, welche die Auswertung automatisiert.

Realisierung	Mit einer Webcam werden Bilder des Tropfens aufgenommen die dann mit Hilfe unserer Software automatisch ausgewertet werden. Die Software wurde mit der grafischen Programmierumgebung LabView und dem Zusatzpaket NI-Vision erstellt. Zur Berechnung der Oberflächenenergie werden durch das Programm automatisch die Kontaktwinkel des Tropfens bestimmt. Zusätzlich besteht die Möglichkeit die Winkel per Hand zu korrigieren und die Bilder dann mit zusammen mit allen Informationen abzuspeichern. Das Teststück durchwandert einen sehr großen Temperaturbereich und erreicht in seltenen Fällen auch den Bereich der optischen Glühemission, wodurch die

	Hintergrundbeleuchtung stark überstrahlt werden kann. Daraus resultieren häufig schwache und während der Versuchsdauer wechselnde Kontraste zwischen Vorder- und Hintergrund, was die Erkennung der Tropfenkontur stark erschwert. Um dies zu verhindern, wurde eine Hardware entwickelt mit der die Hintergrundbeleuchtung, wenn es nötig ist, ausgeschalten werden kann. Das kann sowohl manuell als auch automatisch durch die Software geschehen.

Ergebnisse	Das Programm zum zur Messung der Oberflächenenergie und die Hardware zum Ansteuern der Hintergrundbeleuchtung wurde fertiggestellt. Das Programm wurde auf dem PC der TU installiert und in Betrieb genommen.

Typische Grafik, Foto etc. (mit Erläuterung)	 Auf diesem Bild sieht man einen aufgenommenen Tropfen, bei dem durch die Software die Winkel automatisch bestimmt wurden.

Teilnahme an Wettbewerben, Auszeichnungen	Bosch Technik fürs Leben-Preis 2012

Möglichkeiten der Einsichtnahme in die Arbeit	HTL-Hollabrunn Anton Ehrenfriedstraße 10 2020 Hollabrunn

Approbation (Datum / Unterschrift)	Prüfer/in	Abteilungsvorstand / Direktor/in

htl bildung mit zukunft	**COLLEGE of ENGINEERING** **HOLLABRUNN**
	Department: **Electronics** Educational focus: computer engineering

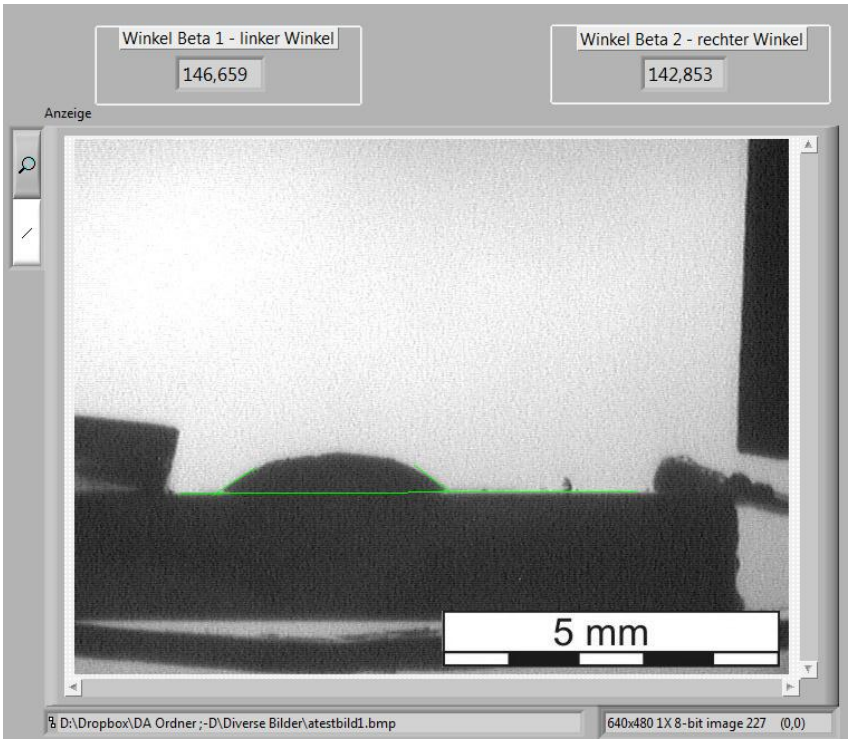
DIPLOMA THESIS
Documentation

Author(s)	Andres Schneider Marcel Forster
Form Academic year	5AHELT
Topic	Automatic image analysis for measuring the surface energy with varying contrasts
Co-operation partners	Technical University of Vienna

Assignment of tasks	This diploma thesis is based on a diploma thesis which was done in the last year. The aim is to improve the existing applications and to add some functions which are necessary for practical use. Measuring the surface energy is an important method to analyze and characterize surfaces in solid state physics. The Institute of Solid State Physics, at the University of Technology Vienna (Thin Film Group), uses an instrument which allows the measurement of the surface energy under high vacuum and at temperatures up to 2000°C. To do that they place a little metal piece on the surface of the test object. The metal piece forms a drop when it melts. By measuring the shape of the drop it is possible to determine the surface energy. These measurements are crucial for the characterization of different material combinations relating to soldering or hard-soldering. The surface properties of such high temperature composites have not been explored up to now. The evaluation of measured data takes place visually via image processing and will be automatically analyzed. The program detects the shape of the drop and uses “contact angles” for the calculation of the surface energy. The program is written in LabView 10. Up to now the measurement has been done manually on the basis of a video which is recorded during the test execution. This method takes a lot of time. Hence our task is to program a software which automates the analysis.

Realisation	With the help of a webcam pictures of the molten metal drop are taken. These pictures are analysed automatically by our software which is developed with the graphic programming environment Labview 10 and the additional package NI-Vision. To calculate the surface energy, the program automatically detects the contact angle of the drop. In addition there is the possibility to correct the angles manually and to save the pictures together with all information. The test object can get very hot and in some cases it even starts to glow. That results in a bad contrast to the background and bad conditions for the automatic measurement. To prevent this we developed and built hardware to control the background illumination. This can be done either manually or automatically via the program.

Results	The program for the measurement of surface energy and the hardware to control the backlight has been completed. The program was installed on the PC of the University and put into operation.

Illustrative graph, photo (incl. explanation)	 This picture shows a recorded drop whose angles were automatlically determined by the software.

Participation in competitions Awards	Bosch Technik fürs Leben-Preis 2012

Accessibility of diploma thesis	HTL-Hollabrunn Anton Ehrenfriedstraße 10 2020 Hollabrunn

Approval (Date / Sign)	Examiner	Head of Department / College

Inhaltsverzeichnis

1. Lastenheft 4
1.1. Hardware – Hintergrundbeleuchtungsansteuerung 4
1.2. Software LabVIEW 4
1.3. Bedienungs-Software 4
2. Pflichtenheft 5
2.1. Zielsetzung 5
2.2. Systemkonzept 5
2.3. Voraussetzung 6
2.3.1. Hardware 6
2.3.2. Zu verwendende Software 6
2.3.3. Rahmenbedingungen 6
2.4. Aufgabenbereiche 7
2.4.1. Teilaufgaben im Überblick 7
2.4.2. Verteilung der Aufgabenbereiche 7
2.4.3. Teilaspekte Hardware 8
2.4.4. Teilaspekte Software 9
3. Allgemeines zur Oberflächenenergie 11
3.1. Definition der Oberflächenenergie 11
3.2. Berechnung der Oberflächenenergie 11
3.3. Einsatzgebiet 11
3.4. Kontaktwinkel 11
4. Einführung in LabVIEW 12
4.1. Allgemeines 12
4.2. Ereignisstrukturen 12
5. Programm 17
5.1. Bildaufnahme 17
5.1.1. Verwendete Funktionen 17
5.1.2. Livebild-Aufnahme 18
5.1.3. Snapshot 24
5.1.4. Zyklisches Speichern von Bildern 25
5.2. Glüherkennung 29
5.2.1. Überblick 30
5.2.2. Aktuelle Helligkeitswerte messen (1.Teil) 31
5.2.3. Min und Max Werte der Arrays bestimmen (2. Teil) 32
5.2.4. Case Bedingungen (3.Teil) 32
5.2.5. Ausmisten der gemessenen Werte (4.Teil) 33
5.2.6. Durchschnitt bilden (5.Teil) 34
5.2.7. Auswertung mit Hysterese (6.Teil) 35
5.3. Einstellungen übernehmen 40
5.3.1. 40
5.3.2. Arrays initialisieren (1.Teil) 40

5.3.3. Pfad abfragen und Variablen setzen (2.Teil) 41
5.3.1. Ausrichtungslinie einzeichnen (3.Teil) 42
5.4. Speichern und Laden der Aufnahmeeinstellungen 43
5.4.1. Einstellungen allgemein 43
5.4.2. Einstellungen speichern 44
5.4.3. Einstellungen laden 45
5.5. Einzeichnen der Linien 47
5.5.1. Programmcode 47
5.6. Berechnung der Winkel 49
5.6.1. Allgemeines 49
5.6.2. Auslesen der Linieninformationen 49
5.6.3. Berechnung 49
5.7. Speichern und Laden der Bilder und Linien 52
5.7.1. Speichern der Linieninformationen 52
5.7.2. Bild neu abspeichern 52
5.7.3. Laden von Bildern und Linieninformationen 53
6. Bildverarbeitung 56
6.1. NI Vision 56
6.1.1. ROI 56
6.1.2. NI Vision Assistent 56
6.2. Winkelerkennung in LabVIEW 65
6.2.1. Gesamter Programmcode 65
6.3. Erkennen von Glühen in LabVIEW 77
6.3.1. Gesamter Programmcode 77
7. Temperaturmessung 81
7.1. Allgemeines 81
7.2. Amprobe 38XR-A 82
7.3. Hexcode auswerten 83
7.4. Programmcode 85
7.4.1. Verwendete Funktionen: 85
7.4.2. Übersicht 86
7.4.3. 1.Sequenz: 86
7.4.4. 2.Sequenz: 87
7.4.5. 3.Sequenz 88
8. Installationspaket erstellen 89
8.1. Erstellen eines neuen Projekts 89
8.2. Erstellen der .exe 90
8.3. Erstellen der Installer Datei 94
9. Hardware 99
9.1. Allgemeines 99
9.2. Konzept 99
9.2.1. Blockschaltbild 99
9.3. Entwicklung 99
9.3.1. Allgemeines 99

9.3.2. Schaltung 100
9.3.3. Leiterplatte 101
9.4. Bauteile 102
9.4.1. Optokoppler 102
9.4.2. Supressordiode (Transzorbdiode) 103
9.5. USB RS 232 Converter 103
9.5.1. Programmcode Ansteuerung DTR 103
9.6. Pinbelegung RS 232 104
9.7. Stücklisten 104
9.8. Abmessungen Gehäuse 106
9.9. Bilder der Fertigen Hardware 107
10. Userinterface 110
10.1. Allgemeines 110
10.2. Das Bedienfeld (1.Bereich) 111
10.2.1. Tab-Leiste 111
10.2.2. Bildaufnahme (1.Tab) 112
10.2.3. Einstellungen (2.Tab) 115
10.2.4. Winkel (3.Tab) 117
10.3. Der Anzeigebereich (2.Bereich) 119
10.3.1. Überblick über die Funktionen 119
10.3.2. Schnittstellen Problembehandlung: 123
11. Bedienungsanleitung 124
11.1. Kurzanleitung Messung 124
11.1.1. Grundeinstellungen vornehmen 124
11.1.2. Bildaufnahme 125
11.1.3. Auswerten der Bilder 125
11.1.4. Erweiterte Einstellungen 127
11.2. Hardware 130
11.2.1. Bedienung 130
11.2.2. Fehlerbehebung 131

1. Lastenheft

Für die Diplomarbeit „HotDrop II“ alias „Automatische Bildauswertung für die Oberflächenenergie bei wechselnden Kontrasten“ ist folgendes zu erledigen:

Es soll eine Automatisierungssoftware, für das Oberflächenenergiemessgerät, welches an der Technischen Universität, am Institut für Festkörperphysik aufgebaut ist, erstellt werden. Es werden Bilder von einer Webcam aufgenommen und der aktuelle Schmelzvorgang im Programmfenster angezeigt. Dabei soll das volle Potential der Webcam ausgenutzt werden, um den Vorgang möglichst in Echtzeit verfolgen zu können. Während der Anzeige des aktuellen Schmelzvorgangs sollen die Bilder automatisch alle par Sekunden oder per Hand abgespeichert werden können. Die Aufnahmen sollen zusätzlich mit dem aktuellen Datum, Uhrzeit und derzeitiger Temperatur versehen werden. Bei der Bildaufnahme kann es dazu kommen, dass der aufgenommene Tropfen zu glühen beginnt. In diesem Fall ist es notwendig eine Hintergrundbeleuchtung anzusteuern und diese auszuschalten. Nach der Aufnahme sollen zwei Kontaktwinkel an den im Bild dargestellten Tropfen angelegt werden und die dazugehörigen Winkelwerte berechnet werden. Da sich die aufgenommenen Tropfen in der Form sehr stark unterscheiden, kann es zu Problemen bei einer automatischen Winkelerkennung kommen. Deswegen sollte es möglich sein die Winkel manuell einzuzeichnen. Es sollte auch möglich sein, die eingezeichneten Winkel später wieder zu bearbeiten und nachzubessern.

1.1. Hardware – Hintergrundbeleuchtungsansteuerung

Mit der Hardware soll es möglich sein die Hintergrundbeleuchtung anzusteuern. Damit soll gewährleistet werden, dass immer der bestmögliche Kontrast zwischen Tropfen und Hintergrund vorhanden ist. Die Steuerung der Hintergrundbeleuchtung soll sowohl direkt mit einem Mechanischen Schalter, als auch über den PC per Hand, oder automatisch durch die Software möglich sein.

1.2. Software LabVIEW

- Anzeige eines Live-Bildes des aktuellen Schmelzvorganges
- Speichern einzelner Bilder des Tropfens
- Messung der Temperatur
- Bildbearbeitungssoftware zum Erkennen eines glühenden Tropfens
- Bildbearbeitungssoftware zum Anlegen der Kontaktwinkel
- Berechnung der Winkel
- Speichern und öffnen eines Bildes samt Winkeleinstellungen

1.3. Bedienungs-Software

Bilder der Tropfen sollen automatisch und per Hand abgespeichert werden können. Dabei soll es eine Funktion geben, die es ermöglicht, jederzeit ein Bild der aktuellen Aufnahme abzuspeichern. Weiters soll der Benutzer das Intervall, in dem Bilder automatisch aufgenommen werden, selber einstellen können. Um nähere Informationen bezüglich des Schmelzverlaufs zu erhalten, soll die gemessene Temperatur in der Bedienoberfläche angezeigt und mit abgespeichert werden. Gefordert ist auch, dass die Winkel automatisch berechnet werden und im User-Interface angezeigt werden. Wie oben schon erwähnt, wird die Automatisierung in manchen Fällen nicht funktionieren, deshalb soll man in der Bedienungs-Software die bereits abgespeicherten Bilder laden und anschließend per Hand bearbeiten und dann mit allen Änderungen wieder abspeichern können.

2. Pflichtenheft

2.1. Zielsetzung

Bei der Diplomarbeit „Hot Drop 2“ geht es darum, die Messung der Oberflächenenergie verschiedener Materialien zu vereinfachen. Das Projekt wurde von Projektanten des letzten Jahrganges begonnen und wird nun fertiggestellt. Die Bilder, die man nach einer Messung erhält, wurden immer manuell ausgewertet, wobei man jedes gemessene Bild einzeln analysieren musste. Unser Ziel ist es, dass der Benutzer die Messwerte bequem über einen Standard-PC errechnen lassen kann und sich somit viel Zeit erspart.
Die Bedienung des Gerätes bzw. Programms erfolgt durch wissenschaftliches Personal, welches gute Computerkenntnisse aufweist.
Das Gerät ist ausschließlich für den wissenschaftlichen Einsatz bestimmt und soll nach Fertigstellung am Institut für Festkörperphysik – Arbeitsgruppe „Dünnen Schichten“ – der TU-Wien verwendet werden, die das Projekt auch bei der HTL Hollabrunn in Auftrag gegeben hat.

2.2. Systemkonzept

Das nachfolgende Bild zeigt den vollständigen Aufbau zur Oberflächenenergiemessung.
Links oben sieht man den Hochvakuumofen, der auf der TU Wien zur Oberflächenenergiemessung verwendet wird. Rechts oben sieht man den Messcomputer. Auf dem Computer läuft ein mit LabVIEW 10 eigens geschriebenes Programm, das den Messvorgang übernehmen soll.

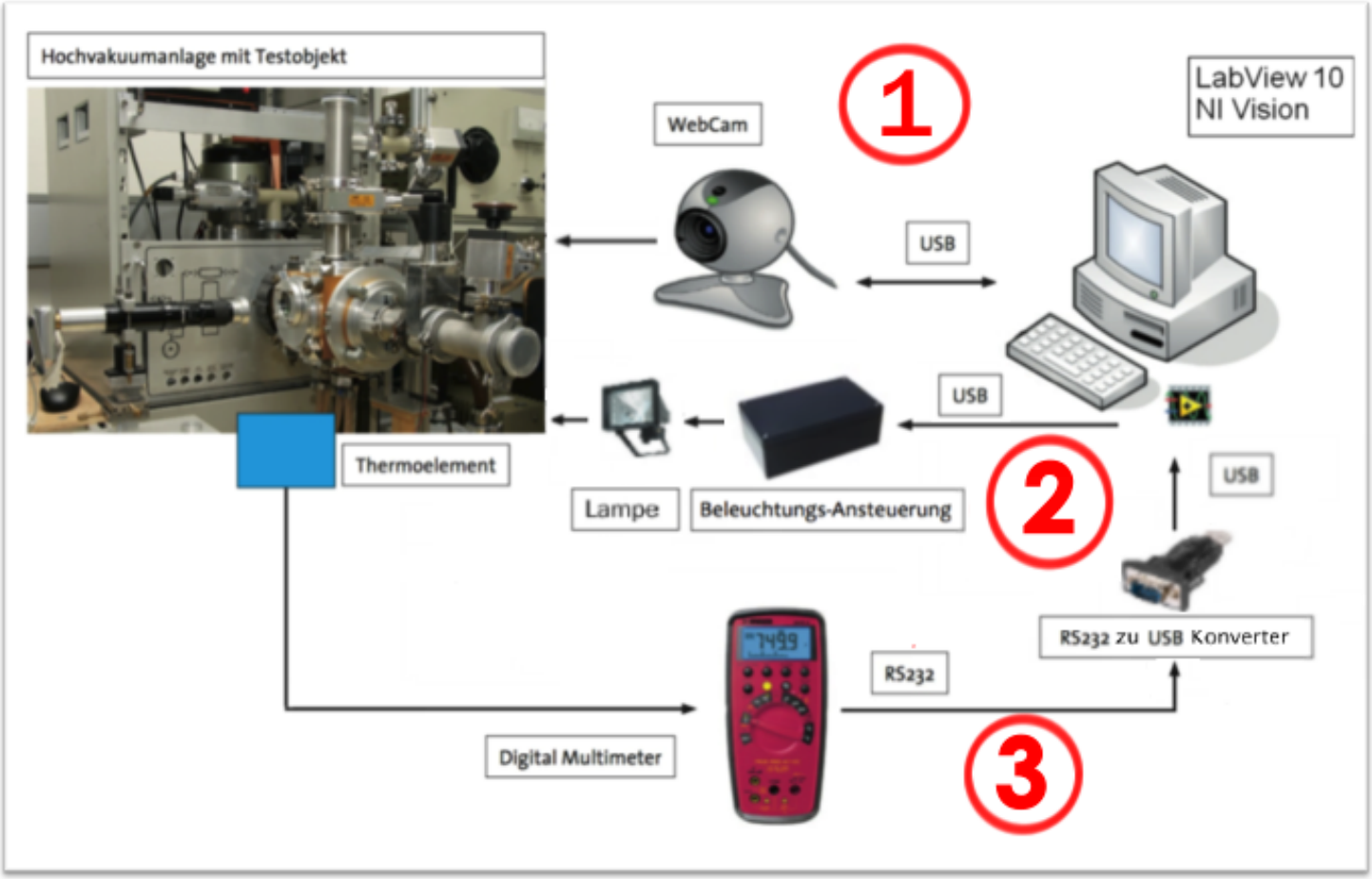


Abbildung 2-1 Systemkonzept

Zu 1: Die Messung wird mit einer Webcam, an welcher ein Objektiv befestigt ist, beobachtet. Die Webcam ist über eine USB Schnittstelle mit dem Messcomputer verbunden und wird vom Messprogramm angesteuert. Die Software überwacht den Messvorgang und kann die aufgenommenen Bilder des Vorganges abspeichern und weiterverarbeiten.

Zu 2: Direkt hinter dem Vakuumofen steht eine Lampe, die zur Hintergrundbeleuchtung verwendet wird. Diese ist notwendig, um den Kontrast zu verbessern und das Messobjekt sichtbar zu machen. Beginnt das Messobjekt zu glühen, muss die Hintergrundbeleuchtung ausgeschaltet werden, da der Kontrast sonst zu gering wäre und man das Messobjekt nicht vom Hintergrund unterscheiden könnte. Daher muss die Lampe von unserer Software angesteuert werden können.
Dazu wurde die Beleuchtungs-Ansteuerung entwickelt. Die Box wird via USB an unserem Messcomputer angeschlossen und kann die Lampe automatisch oder manuell ein und ausschalten.

Zu 3: Zusätzlich zur Bildaufnahme soll auch die Temperatur gemessen werden. Die Temperatur wird durch ein Multimeter gemessen, an dem ein Thermoelement als Sensor angeschlossen ist. Via RS232 Schnittstelle kann die Temperatur vom Messgerät eingelesen werden. Die Software zeigt die aktuelle Temperatur an und speichert diese zusätzlich zu den Bildern ab.

2.3. Voraussetzung

2.3.1. Hardware

Mit der Hardware ist es möglich die Hintergrundbeleuchtung des Hochvakuumofens Ein und Aus zu schalten. Bei der Hintergrundbeleuchtung handelt es sich um einen handelsüblichen 500W Halogenscheinwerfer. Die Ansteuerung kann entweder direkt an der Schaltung geschehen oder über den PC der über eine USB Schnittstelle angeschlossen ist.

2.3.2. Zu verwendende Software

Als Entwicklungsumgebung ist für das Projekt LabVIEW 2010 zu verwenden.
Für die ersten Schritte der Bildbearbeitung wird der NI Vision Assistent 2010 verwendet. Zusätzlich dazu werden für die Webcam spezielle Treiber, die dem Vision Assistent zugehörig sind, verwendet.
Alle Arbeiten werden ausschließlich auf dem Betriebssystem Windows 7 ausgeführt.

2.3.3. Rahmenbedingungen

Offizieller Projektstart: 28.06.2011 offizielles Projektende: 27. 04. 2012.
Da die TU Wien das Projekt für wissenschaftliche Arbeiten benötigt und das neue Gerät noch nicht bekannt ist, wird ein Benutzerhandbuch geschrieben und der TU Wien übergeben.
Alle Ergebnisse werden der HTL Hollabrunn übergeben, dass eventuell in späteren Projekten noch Änderungen vorgenommen werden können.

2.4. Aufgabenbereiche

2.4.1. Teilaufgaben im Überblick

Hardware:

- Entwickeln der Schaltung
- Auswahl der Bauteile
- Testaufbau auf Lochrasterplatine
- Leiterplattenlayout erstellen
- Leiterplatten bestücken
- Auswahl des Gehäuses und Schalters
- Zusammenbau und testen des Gesamtsystems

Software:

- Bildverarbeitung - Winkelerkennung
- Bildverarbeitung – Erkennung eines glühenden Tropfens
- Hintergrundbeleuchtungsansteuerung
- Ansteuerung der Webcam
- Speichern und laden der Bilder samt Einstellungen
- Winkelberechnung
- Temperaturmessung
- Bedienoberfläche
- Installationsdatei erzeugen

Sonstiges:

- Testen und optimieren des Gesamtsystems
- Berücksichtigung für mögliche Änderungen der Hardware
- Nachvollziehbare Dokumentation
- Projekthomepage

2.4.2. Verteilung der Aufgabenbereiche

Die Teilaufgaben wurden gleichmäßig auf beide Projektanten verteilt, wobei der Projektant Andreas Schneider die Bedienoberfläche, die Hintergrundbeleuchtungsansteuerung, die Ansteuerung der Webcam, das Speichern und Laden der Bilder samt Einstellungen, die Temperaturmessung ,die Erkennung eines Glühenden Tropfens, die Ansteuerung der Webcam und die Homepage übernimmt und der Projektant Marcel Forster die Hardware, die Winkelerkennung, Winkelberechnung, das Erzeugen einer Installationsdatei und die Hardwareansteuerung übernimmt.

2.4.3. Teilaspekte Hardware

Schaltungsentwicklung

Bei der Entwicklung der Schaltung muss sichergestellt werden, dass die Schaltung auch in ungünstigen Fällen ordnungsgemäß funktioniert und ein angeschlossener Computer keinen Schaden nehmen kann. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass die Schaltung möglichst platzsparend ist, um kein großes Gehäuse verwenden zu müssen. Die Funktionalität der Schaltung wurde überprüft, indem sie mit den nach entsprechenden Kriterien ausgewählten Bauteilen auf einer Lochrasterplatine aufgebaut und getestet wurde.

Leiterplatten

Nach der Entwicklung der Schaltung muss das Leiterplattenlayout nach bestimmten Richtlinien, wie das Einhalten bestimmter Abstände zwischen den Leiterbahnen, mit einem Computerprogramm erstellt werden. Das Layout wird anschließend in der schuleigenen Printplattentechnik hergestellt und dann per Hand mit den ausgewählten Bauteilen bestückt.

Versorgung

Für die Versorgung sollte ein internes Netzteil verwendet werden, da im Gehäuse 230V zu Verfügung stehen werden. Das Netzteil soll die Spannung von +12V für die Schaltung liefern.

Gehäuse

Bei der Gehäuseauswahl ist es wichtig, dass alle Komponenten Platz haben, es eine gewisse Stabilität besitzt und man das Gehäuse öffnen und wieder verschließen kann. Das Gehäuse sollte so geformt sein, dass man alle Schalter, Leds, Ein und Ausgänge intelligent positionieren kann und eine einfache Bedienung des fertigen Gerätes möglich ist.

2.4.4. Teilaspekte Software

Winkelerkennung

Ziel unserer Diplomarbeit ist es, die Berechnung der Oberflächenenergie von verschiedensten Materialen zu automatisieren. Dazu werden an den Konturen, des Tropfens Winkellinien angelegt, die zur Berechnung der Winkel, die für die Oberflächenenergie wichtig sind, zuständig sind. Diese Winkellinien werden über die Bildverarbeitung von NI Vision angelegt.

Winkelberechnung

Aus den Koordinaten der angelegten Winkellinien werden die Winkelwerte berechnet. Die Winkelwerte werden sofort neu berechnet, sobald sich die Winkellinien ändern. So ist es möglich die Winkelwertänderung stetig zu verfolgen, wenn man die Winkellinien per Hand ändert.

Erkennung eines glühenden Tropfens

Während des Schmelzvorgangs soll die Hintergrundbeleuchtung ausgeschaltet werden, sobald der Tropfen zu glühen beginnt, um einen guten Kontrast zwischen Tropfen und Hintergrund zu erzielen. Daher wird mit NI Vision aus dem aktuellen Live-Bild, der aktuelle Helligkeitswert des Tropfens und des Hintergrunds ermittelt. Da es leicht zu Unregelmäßigkeiten beim Bestimmen der Helligkeitswerte kommen kann, müssen stark abweichende Werte ignoriert werden. Damit es nicht zu einem schnellen Wechsel zwischen glühendem und nicht glühendem Tropfen kommen kann wird eine Hysterese verwendet. Dadurch wird verhindert, dass die Hintergrundbeleuchtung zu flackern beginnt.

Hintergrundbeleuchtungsansteuerung

Dieser Teil der Software ist dafür zuständig, dass die Hintergrundbeleuchtung ausgeschaltet wird, sobald der Tropfen glüht und eingeschaltet wird, sobald der Tropfen nicht glüht. Außerdem soll man die Beleuchtung auch per Hand in der Bedienoberfläche ein und ausschalten können. Bei der Ansteuerung der Hintergrundbeleuchtung wird ein USB zu RS232 Adapter angesteuert und dieser schaltet je nach gewünschtem Beleuchtungsstatus den Datenflusskontrollport (Handshakeport) der seriellen Schnittstelle ein oder aus. Die Hardware dahinter steuert in weiterer Folge die Lampe an.

Ansteuerung der Webcam

Die Webcam wird sofort, nachdem die Einstellungen übernommen werden initialisiert und gestartet. Danach ist ein Livebild des Tropfens in der Bedienungsoberfläche zu sehen. Da jede Webcam andere Aufnahmemodi beherrscht, kann man in den Einstellungen die Auflösung und Bildwiederholrate einstellen. Für die Weiterverarbeitung beim Winkelanlegen sind Grauwertbilder ohne Farbe erforderlich. Daher sollten die Bilder sofort nach der Aufnahme in Graubilder umgewandelt werden.

Speichern und Laden der Bilder samt Einstellungen

Die Bilder aus dem Livebild sollen zyklisch alle par Sekunden und jederzeit per Hand abgespeichert werden können. Um mehrere Operationen gelichzeitig abarbeiten zu können, ist es notwendig mehrere parallel laufende Schleifen zu erstellen, die sich nicht gegenseitig unterbrechen. Zusätzlich zu den Bildern sollen auch die Winkellinieninformationen abgespeichert werden. Als zusätzliche Vereinfachung können auch die Einstellungen der Bildaufnahme gespeichert und geladen werden. Die Winkellinien und Einstellungen werden als xml-File abgespeichert, wobei das xml-File der Winkellinien, den selben Speicherort und Namen, wie die Bilddatei besitzt. Dadurch können fehlerhaft gespeicherte Winkelinformationen leicht gelöscht werden und das Bild kann bei einem Fehler nicht so leicht beschädigt werden.

Temperaturmessung

Zusätzlich zum Livebild wird parallel die Temperatur mitgemessen. Da die Funktion nicht immer verwendet wird, kann sie auch deaktiviert werden. Die aktuelle Temperatur wird über einen USB zu RS232 Adapter, der an einem Multimeter angeschlossen ist eingelesen. Das Programm fragt die aktuelle Temperatur vom Messgerät ab und zeigt diese in der Programmoberfläche an. Wird ein Bild abgespeichert wird der derzeitige Temperaturwert im Dateinamen mit angegeben.

Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche ist die Oberfläche des ganzen Programms. In ihr können alle Einstellungen vorgenommen werden und das Programm bedient werden. Weiters werden in der Benutzeroberfläche alle wichtigen Daten angezeigt und können überwacht werden. Die Oberfläche sollte nur so umfangreich wie notwendig mit Bedien- und Anzeigeelementen ausgestattet werden, um eine einfache Bedienung zu ermöglichen. Außerdem sollte es klar ersichtlich sein, was die einzelnen Elemente für Aufgaben haben. Um eine noch einfachere Bedienung zu ermöglichen wurde ein Teil der Anzeige und Bedienelemente je nach Zugehörigkeit in einen Bedienbereich mit Tabs einsortiert und in den einzelnen Tabs gruppiert und mit Überschriften versehen.

3. Allgemeines zur Oberflächenenergie

3.1. Definition der Oberflächenenergie

Die Oberflächenenergie ist ein Maß für die Energie, die zum Aufbrechen der chemischen Bindungen notwendig ist, wenn eine neue Oberfläche eines Festkörpers oder einer Flüssigkeit erzeugt wird. Sie ist definiert als die Energie, die zum Erzeugen der Oberfläche je Flächeneinheit aufgewendet werden muss. Die Dimension der Oberflächenenergie in SI-Einheiten ist J/m^2, das meist verwendete Formelzeichen γ (Gamma).

Obwohl meist der Begriff „Oberflächenenergie“ verwendet wird, muss bei Temperaturen oberhalb des absoluten Nullpunktes eigentlich die freie Energie der Oberfläche betrachtet werden. Der Unterschied ist jedoch oft gering und kann dann vernachlässigt werden.

Die Oberflächenenergie ist immer positiv, weil Energie benötigt wird, um Bindungen aufzubrechen. Da der thermodynamisch stabile Zustand eines Systems derjenige mit der geringsten (freien) Energie ist, hat jedes System ein Bestreben, Oberflächen hoher Oberflächenenergie zu vermeiden oder zu minimieren. Daraus folgt beispielsweise, dass Materialien hoher Oberflächenenergie leicht durch Materialien geringer Oberflächenenergie bedeckt werden (Benetzung), aber nicht umgekehrt. Als grobe Regel kann gelten, dass Materialien mit starken Bindungen (diese haben meist einen hohen Schmelz- und Siedepunkt) höhere Oberflächenenergien als schwächer gebundene Materialien haben.

3.2. Berechnung der Oberflächenenergie

Die Berechnung der Oberflächenenergie wird mithilfe der berechneten Winkel von den Experten der Technischen Universität Wien durchgeführt.

3.3. Einsatzgebiet

Die Messung der Oberflächenenergie stellt eine technologisch hochinteressante Möglichkeit zur Analyse und Charakterisierung von Oberflächen in der Festkörperphysik dar. Sie wird im Besonderen an dünnen Schichten und speziell modifizierten Grenzflächen zunehmend eingesetzt.

3.4. Kontaktwinkel

Der Randwinkel (oder auch als Kontaktwinkel bezeichnet) zwischen einem Tropfen einer Flüssigkeit bekannter Oberflächenspannung und einer Festkörperoberfläche (s. Abbildung 1) ist abhängig von dem Verhältnis der Adhäsionskräfte, die den Tropfen auf der Oberfläche spreiten lassen würden, und der Kohäsionskräfte der Flüssigkeit, die den Tropfen zu einer Kugel mit Minimaloberfläche zusammenziehen würden. Wenn ein Flüssigkeitstropfen auf einer ideal ebenen, homogenen Oberfläche liegt, bildet sich an jedem Punkt der Dreiphasenlinie, an der Festkörper, Flüssigkeit und Dampfphase zusammenstoßen, ein Gleichgewichtsrandwinkel θ zwischen der Flüssigkeit und der Festkörperoberfläche aus.

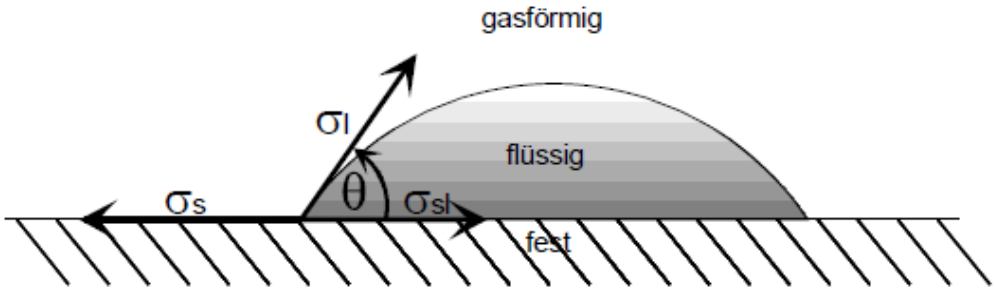


Abbildung 3-1 – Winkellinien mit an einer Tropfenform

4. Einführung in LabVIEW

Bevor die Programme erklärt werden können, wird in diesem Kapitel LabVIEW und das programmieren von Ereignisstrukturen kurz erklärt.

4.1. Allgemeines

Dieses Kapitel behandelt die grundlegenden Dinge der grafische Entwicklungsumgebung LabVIEW.

LabVIEW ist ein graphisches Programmiersystem von National Instruments, wobei die Abkürzung für „**Lab**oratory **V**irtual **I**nstrumentation **E**ngineering **W**orkbench“ steht. Im Unterschied zu herkömmlichen professionellen Programmiersystemen wie C oder Basic, bei denen die Anweisungen in Textform erfolgen, besitzt LabVIEW eine eigene Programmiersprache „G“.
Programme werden grafisch, in Form eines Datenflussmodells, mit der Computermaus konstruiert, wodurch LabVIEW sehr gut für die Erfassung und Verarbeitung von Signalen und Daten geeignet ist.

Die in LabVIEW geschriebenen Programme werden als „Virtuelle Instrumente“ oder einfach VIs bezeichnet. Diese VIs bestehen aus 2 Komponenten:

Frontpanel – entspricht dem User Interface
Blockdiagramm – entspricht dem LabVIEW - Source Code (grafisches Programm)

Der LV-Source Code wird nicht von einem Interpreter abgearbeitet, sondern kompiliert. Dadurch ist die Performance vergleichbar mit der von anderen Hochsprachen.
(vgl. Rumpold & Zimmermann 2007, S.3-4)[1]

4.2. Ereignisstrukturen

In LabVIEW kann man bei bestimmten Ereignissen, wie einem Mausklick auf einen Button, der Werteänderung einer Variable, oder nach einer gewissen Zeit, Programme ausführen lassen. Das Programm in der Ereignisstruktur wird wiederholt, falls das Ereignis erneut auftritt.
Es ist auch möglich, ein Programm aufgrund mehrerer verschiedener Ereignisse ausführen zu lassen.

In einer einzelnen Ereignisstruktur können aber auch mehrere Ereignisse angelegt werden, die verschiedene Programme ausführen. Diese Ereignisse werden dann in einem Dropdown-Menü angezeigt, dass die verschiedenen Programmcodes enthält.

Eine LabVIEW Regel besagt, dass jedes Ereignis in einer while-Schleife liegen muss.
Daher wurde über jedes einzelne Ereignis eine while Schleife gelegt.

Da parallel zur Anzeige des Livebildes der Webcam, noch andere Dinge, wie das speichern eine Bildes per Hand, oder das automatische speichern von Bildern alle par Sekunden möglich sein sollen, wurden auch parallel laufende Ereignisse benötigt.

Die while- Schleifen der einzelnen Ereignisstrukturen müssen dabei alle in der selben Ebene liegen, dass bedeutet diese dürfen sich nicht in Case-Strukturen, weiteren Schleifen oder anderen Strukturen befinden. Im nächsten Bild werden drei parallel laufende Ereignisstrukturen gezeigt.

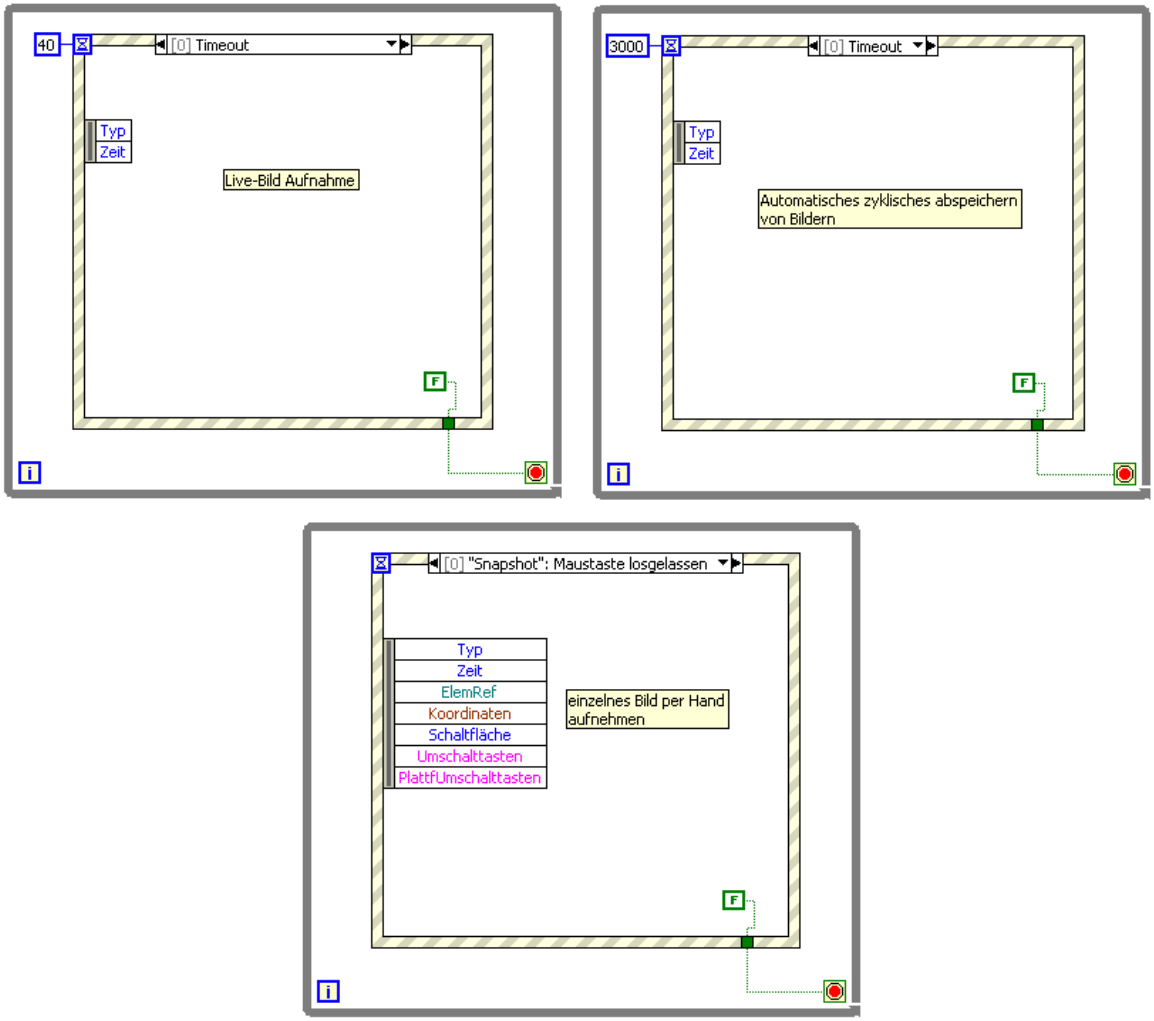


Abbildung 4-1 - Parallele Ereignisstrukturen

Neue Ereignisse können einfach mit einem Rechtsklick auf die Ereignisstruktur hinzugefügt werden, wobei diese dann in dem Dropdown-Menü oben Mittig im Rahmen der Ereignisstruktur angezeigt werden, wie im nächsten Bild (4-2) deutlich zu sehen ist.

Die beste Methode Programmteile alle par Millisekunden wiederholen zu lassen, besteht darin, auch diese in einem Ereignis einer Ereignisstruktur zu programmieren. Das hat die Vorteile, dass diese Methode sehr Ressourcensparend ist und in der Zwischenzeit andere Ereignisse abgearbeitet werden können, also das Programm während der Pausen nicht angehalten wird.

Neben dem Ereignis „Beenden“, wird dafür das Ereignis „Timeout“ hinzugefügt. Zusätzlich wird in die blaue Sanduhr oben links der Ereignisstruktur der Millisekunden Wert eingetragen, nachdem das Ereignis wiederholt werden soll.

Beispielschaltbild eines 40ms Timeout-Ereignisses:

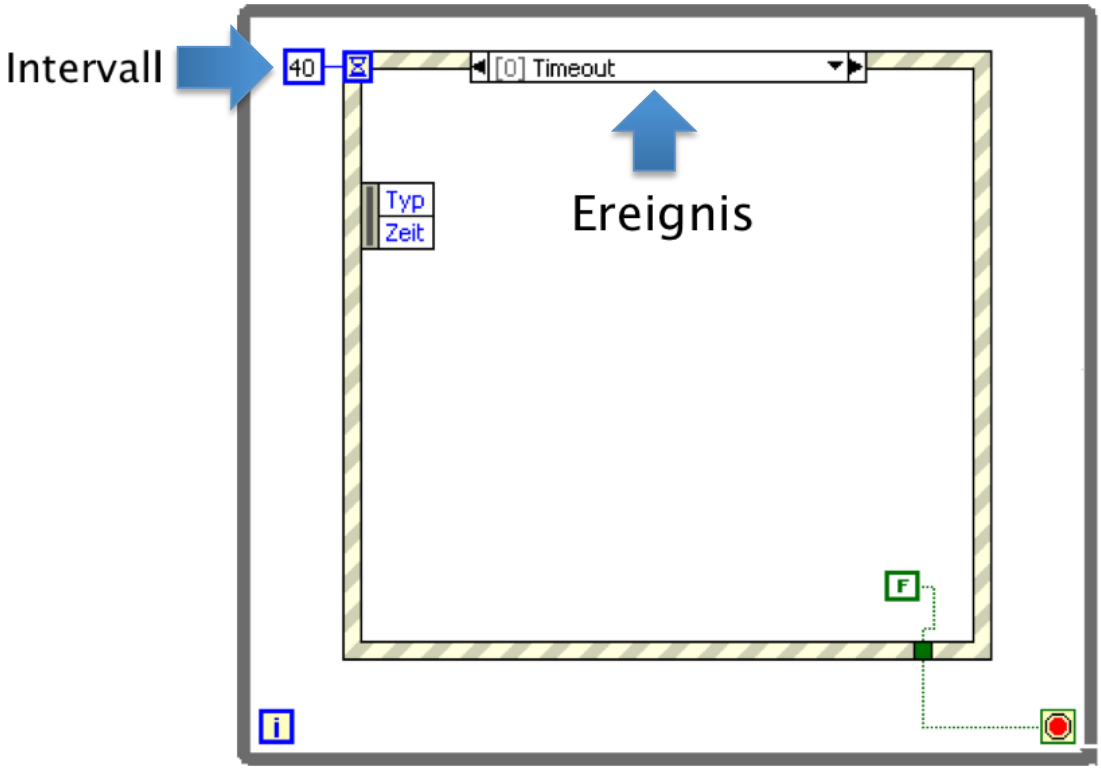


Abbildung 4-2 Timeout-Ereignis

Bei allen Ereignissen, die programmiert wurden, wurde ein Ereignis-Fall hinzugefügt, der bei einer Werteänderung des Tasters „Beenden“, ausgeführt wird. Nur in diesem Ereignis-Fall werden die While-Schleifen der Ereignisstrukturen abgebrochen und die Ereignisstruktur ist in weiterer Folge nichtmehr aktiv. Dieses Ereignis ist bei allen Ereignisstrukturen notwendig, da man das Programm sonst nicht ordnungsgemäß beenden könnte.

Beenden-Ereignis:

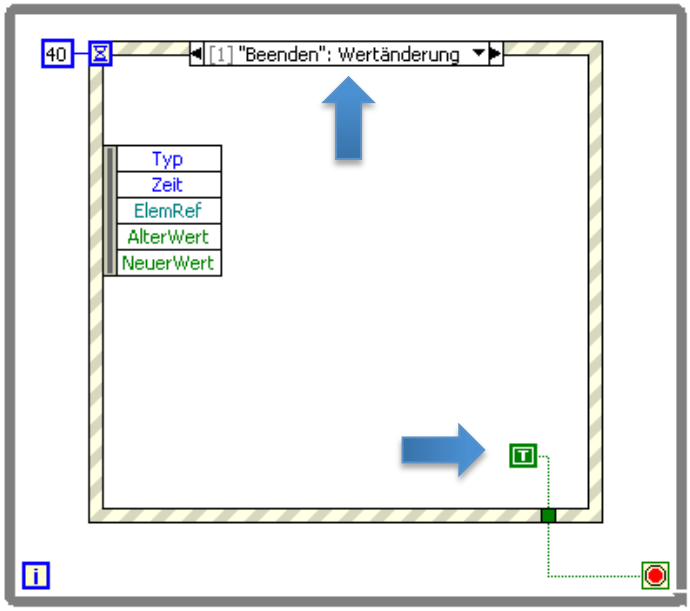


Abbildung 4-3 Beenden-Ereignis

Um ein Ereignis durch das Programm selbst ausführen zu lassen, sobald sich der Wert einer Variable ändert, reicht es nicht aus einfach einen anderen Wert in die gewählte Variable zu schreiben!
Dafür muss der neue Wert über einen Eigenschaftsknotenknoten mit der Eigenschaft Signalisierend in die Variable geschrieben werden.

Den Eigenschaftsknoten-Block findet man unter:
Programmiereng -> Applikationssteuerung
-> Eigenschaftsknoten

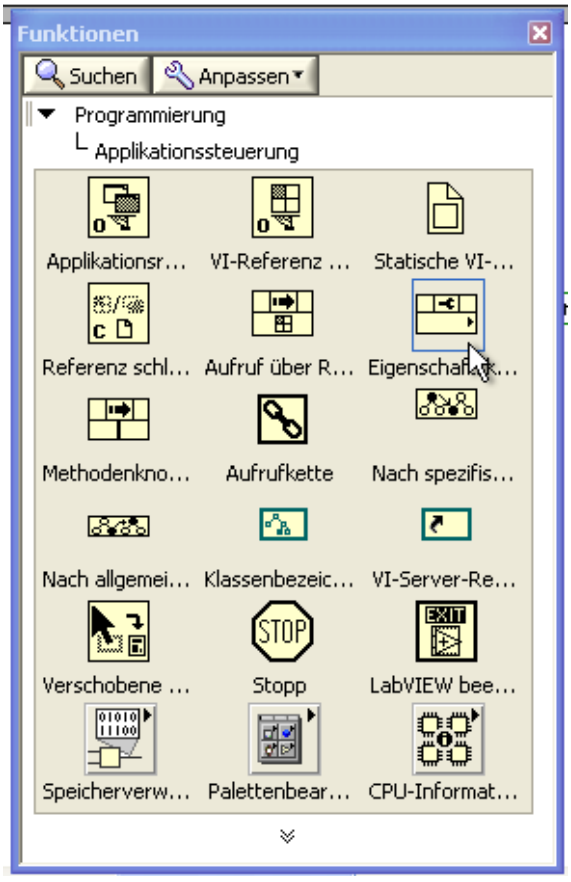


Abbildung 4-4 Einfügen eines Eigenschaftsknoten

Durch einen Rechtsklick auf den eingefügten Knoten kann dieser angepasst werden.
Als Eigenschaft des Knotens muss „Wert (signalisierend)“ angegeben werden:

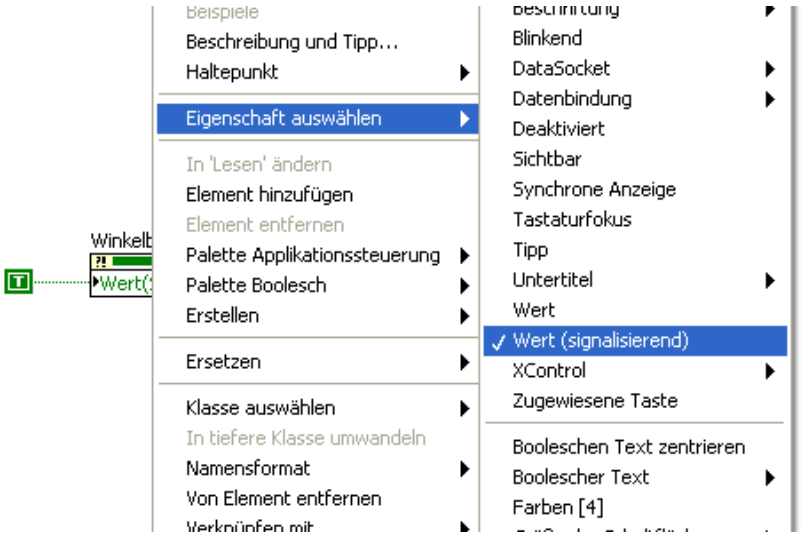


Abbildung 4-5 Eigenschaft des Eigenschaftsknotens

Nun muss mit „Verknüpfen mit“ die Variable angegeben werden:

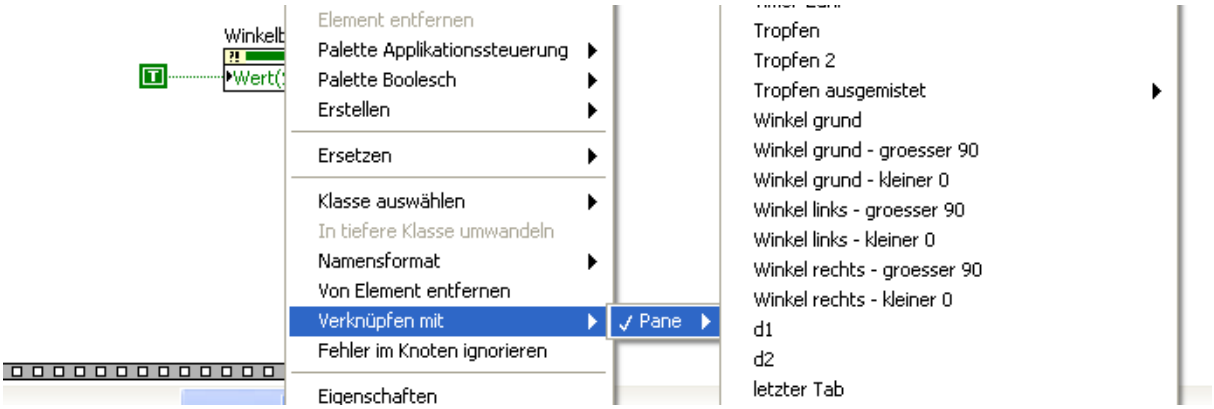


Abbildung 4-6 Variable des Eigenschaftsknotens

Der fertige Eigenschaftsknoten sollte in etwa so aussehen:

Abbildung 4-7 fertiger Eigenschaftsknoten

5. Programm

5.1. Bildaufnahme

Die Bildaufnahme besteht aus allen Programmteilen, die mit dem Aufnehmen der Bilder von der Webcam zu tun haben.

5.1.1. Verwendete Funktionen

Um ein Bild zu speichern verwendet man die Funktion IMAQ Write File.
Diese findet man unter Bilderkennung und Motorsteuerung -> Vision Utilities -> Files -> IMAQ Write File:

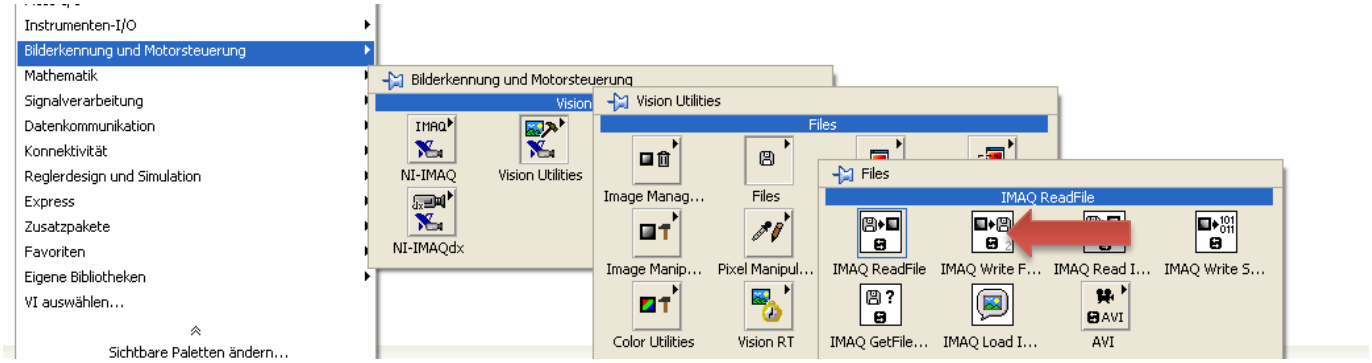


Abbildung 5-1 Einfügen von IMAQ Write File

Um die Webcam anzusteuern und zu konfigurieren werden die NI-IMAQdx Funktionen verwendet.
Diese findet man unter: Bilderkennung und Motorsteuerung -> NI-IMAQdx:

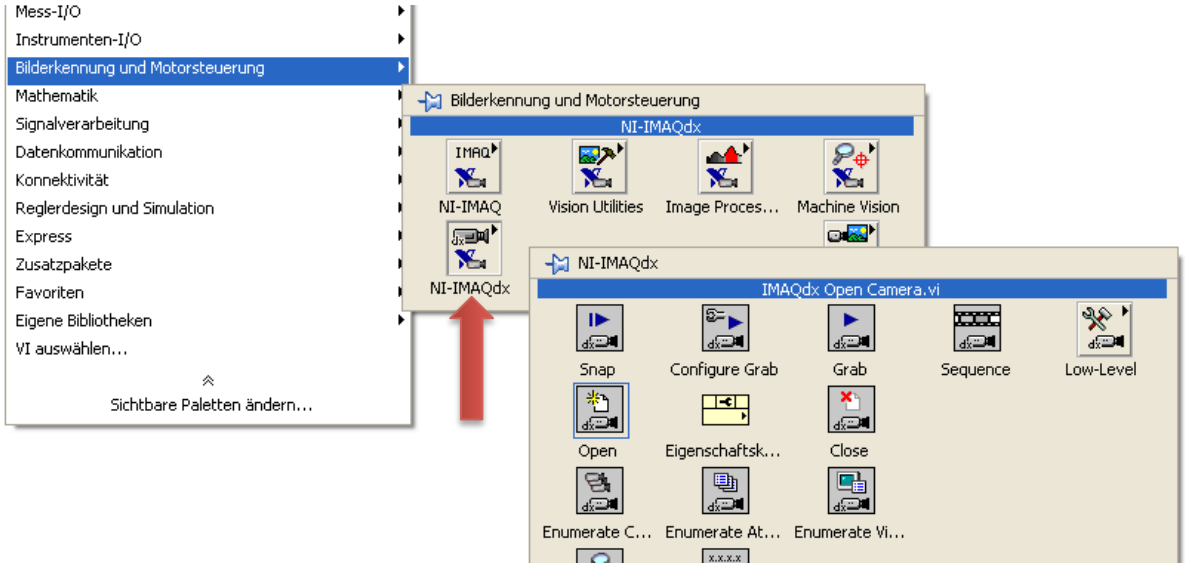


Abbildung 5-2 Einfügen von Ni-IMAQdx Funktionen

Um ein Farbbild in ein Grauwert-Bild umzuwandeln wurde die Funktion IMAQ-ExtractSingleColorPlane verwendet.
Diese findet man unter: Bilderkennung und Motorsteuerung -> Vision Utilities -> Color Utilities -> IMAQ ExtractSingleColorPlane:

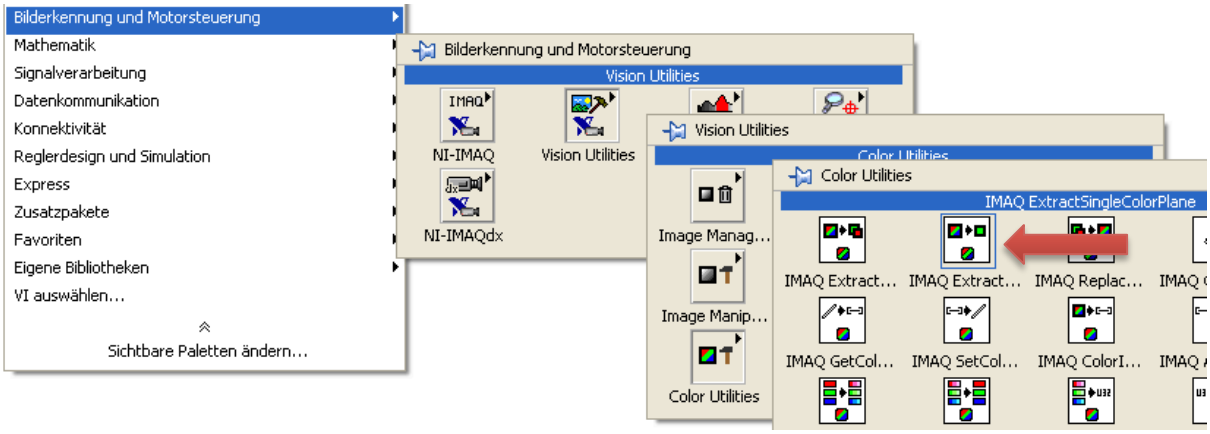


Abbildung 5-3 Einfügen der IMAQ- ExtractSingleColorPlane Funktion

5.1.2. Livebild-Aufnahme

Dieses Ereignis wird alle 40ms ausgelöst, um ein möglichst flüssiges Livebild zu erzeugen und gleichzeitig zu verhindern, dass das Ereignis neu ausgelöst wird, bevor es fertig abgearbeitet wurde.
Der Wert von 40ms wurde nach einigen Tests festgelegt.
Bei einem geringeren Wert als 27ms wurde die Livebild-Aufnahme im Praxistest instabil und es kommt zum Einfrieren des Bildes.
Eigestellt wird der 40ms-Wert mit der kleinen blauen Sanduhr links oben.

Grafische Veranschaulichung:

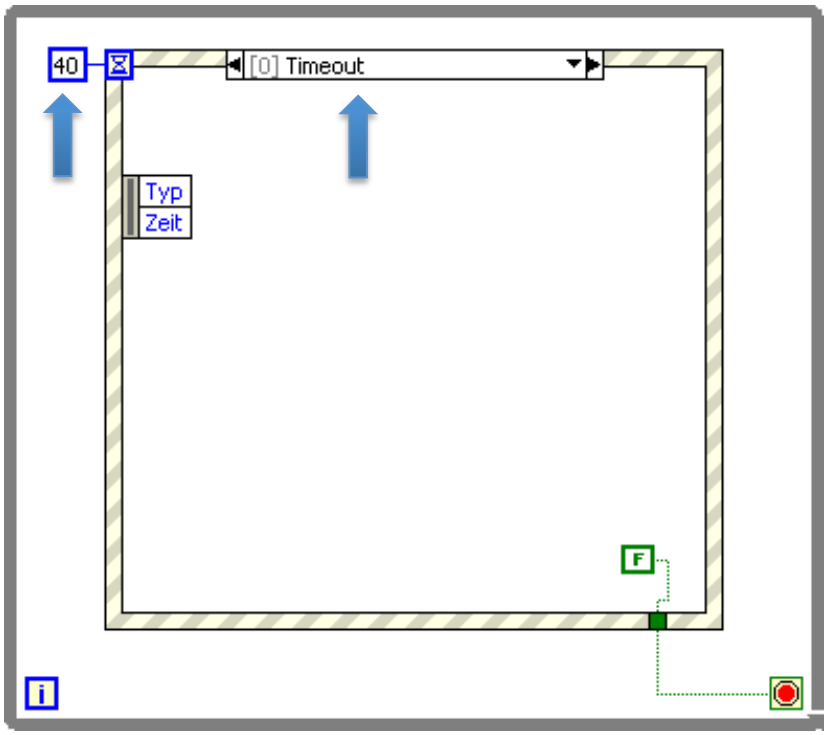


Abbildung 5-4 Livebild Ereignis

Innerhalb vieler Ereignisse, darunter auch das der Live-Bildaufnahme, wurde eine Case-Struktur programmiert, da viele Ereignisse nur dann ausgeführt werden sollen, wenn man alle Einstellungen übernommen hat und sich nicht im Winkel-Berechnungs-Tab des Menüs befindet.

z.B. Case-Struktur der Live-Bild Aufnahme:

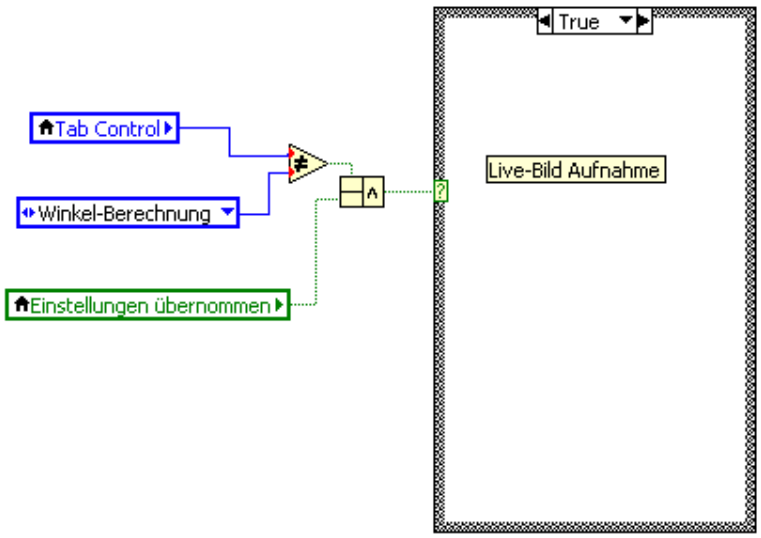


Abbildung 5-5 Case Struktur des Livebildes

5.1.2.1. Übersicht über die Teile der Live-Bild Aufnahme:

Innerhalb der darüber erwähnten Case-Struktur wurde nun weiterprogrammiert:

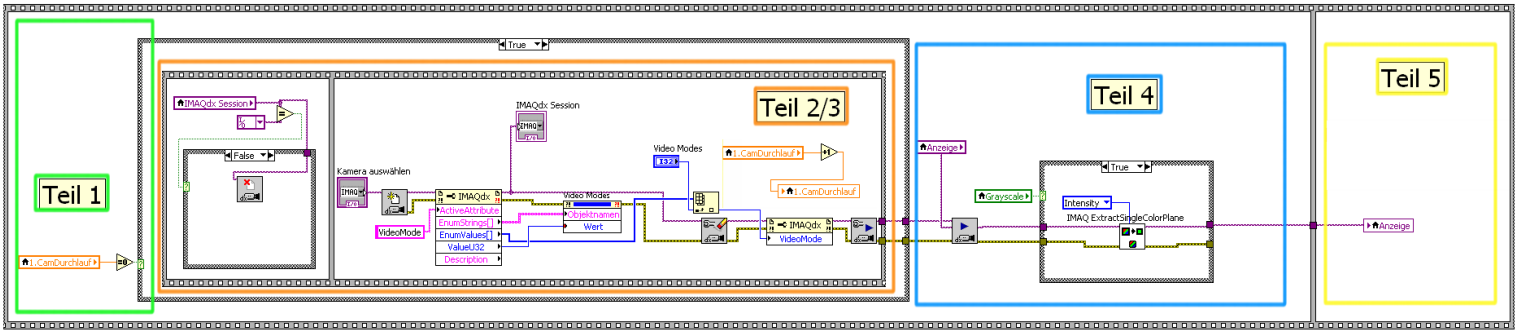


Abbildung 5-6 Livebild Überblick

5.1.2.2. Teil 1 (grün):

Beim Übernehmen der Einstellungen wird der Zähler „1.CamDurchlauf“ auf NULL gesetzt. Beim ersten Aufruf der Live-Bild Aufnahme muss die Webcam initialisiert werden, daher wird die Variable „1.CamDurchlauf“ auf NULL überprüft und dann eine Case-Struktur angesteuert:

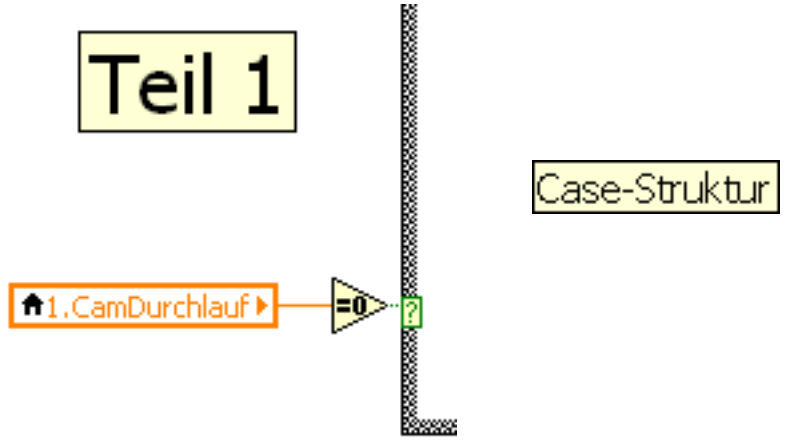


Abbildung 5-7 Livebild Teil 1

Im Teil 2 wird die Initialisierung erklärt.
(1.CamDruchlauf=NULL -> Case=TRUE)

Im Teil 3 wird die Session einer bereits initialisierten Kamera geladen
(1.CamDruchlauf≠NULL -> Case=FALSE).

5.1.2.3. Teil 2 (orange):

Teil2 besteht aus einer Sequenzstruktur mit zwei Rahmen, die immer nacheinander von links nach rechts abgearbeitet werden und die Webcam neu initialisieren.

Sequenz 1:

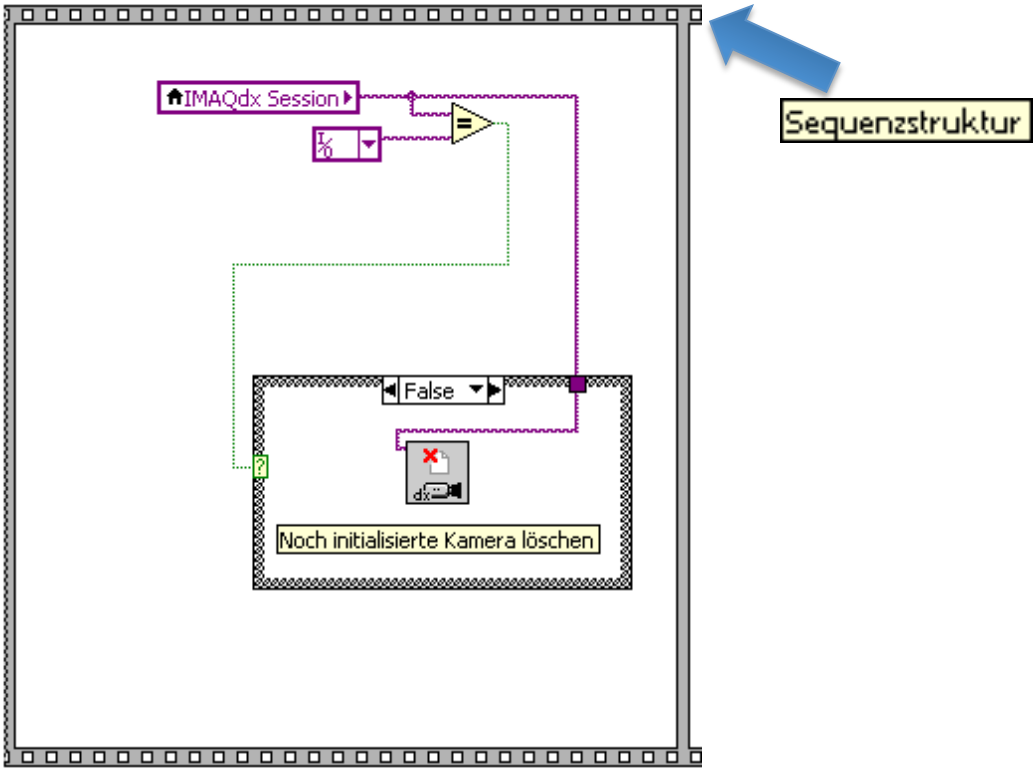


Abbildung 5-8 Livebild Teil 2, Sequenz 1

In der Variable „IMAQdx Session“ ganz oben steht der Name einer bereits initialisierten Kamera, wenn das Programm nicht korrekt beendet wurde, oder die Einstellungen neu übernommen werden. In diesem Fall soll die Webcam Initialisierung gelöscht werden.
Steht kein Name in der Varibale wird nichts unternommen, da noch keine Kamera initialisiert wurde.

Sequenz 2:

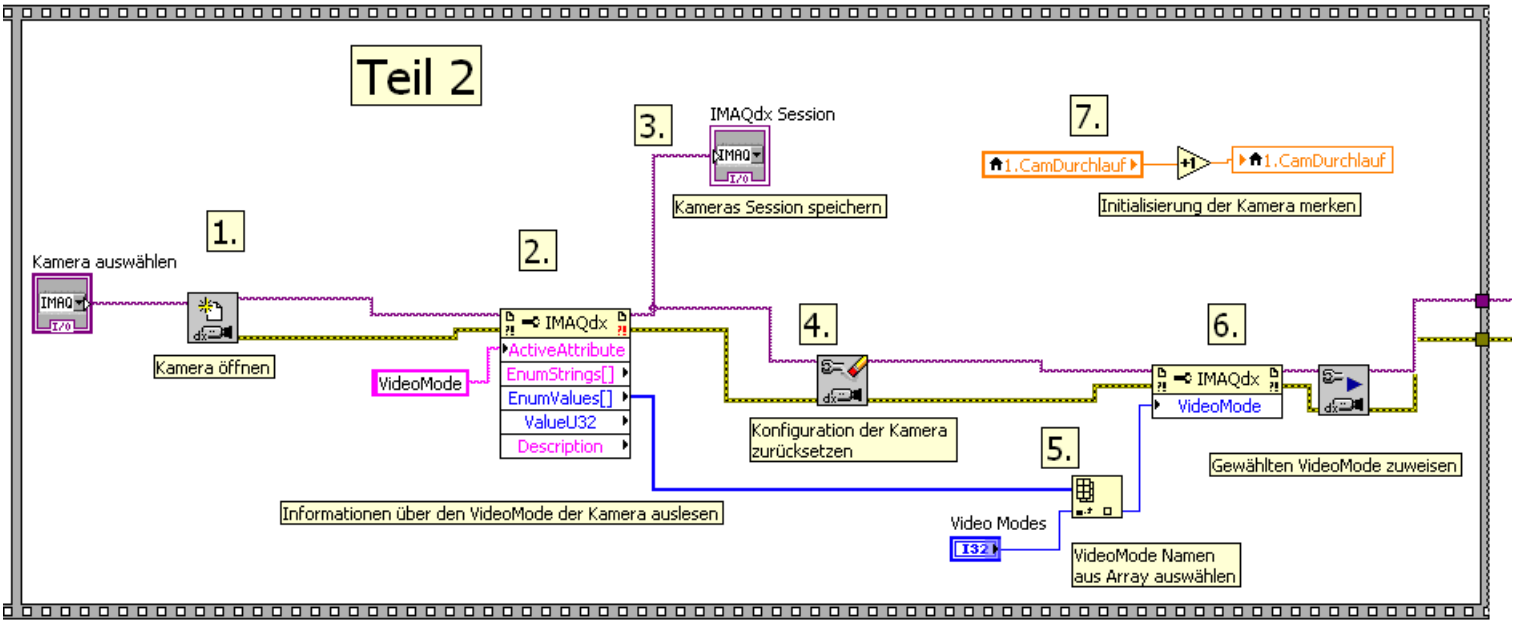


Abbildung 5-9 Livebild Teil 2, Sequenz 2

Beschreibung der einzelnen Programmpunkte:

1.) Eine in der Programmoberfläche ausgewählte Kamera (=„Kamera auswählen“) wird geöffnet und initialisiert.
2.) Die von Kamera zu Kamera variierenden Kamera-Eigenschaften werden ausgelesen, um danach einen passenden Video-Mode einstellen zu können.
3.) Der Name der aktuellen Kamera-Session (=Name der initialisierten Kamera) wird gespeichert, um die Session im nächsten Schleifendurchlauf wieder verwenden zu können und diese nicht neu initialisieren zu müssen.
4.) Alle eingestellten Kameraeinstellungen wie Videomode werden gelöscht, um diese später neu konfigurieren zu können.
5.) Aus dem Array der Video-Mod-Namen, der Kamera, mit der Funktion „Array indizieren“, den im Tab „Einstellungen“ eingestellten Video-Mod-Namen heraussuchen.
6.) Herausgesuchten Video-Mod-Namen in die Konfiguration der Kamera schreiben und die neue Konfiguration übernehmen.
7.) „1.CamDurchlauf“ um eins erhöhen um sich das Initialisieren der Kamera zu merken.

5.1.2.4. Teil 3 (orange)

Die bereits initialisierte Kamera-Session „IMAQdx Session“ wird geladen und mit einem leeren Error-Cluster an das nachfolgende Programm (Teil 4) weitergegeben:

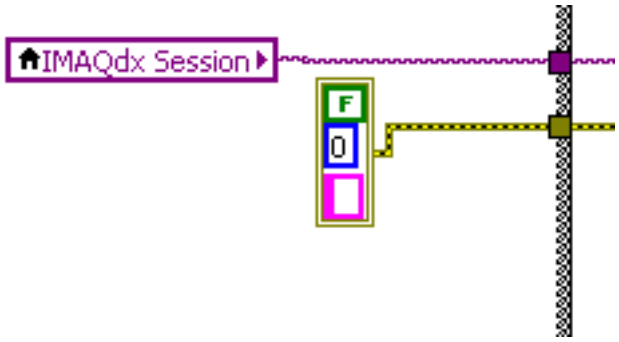


Abbildung 5-10 Livebild Teil 3

5.1.2.5. Teil 4 (blau)

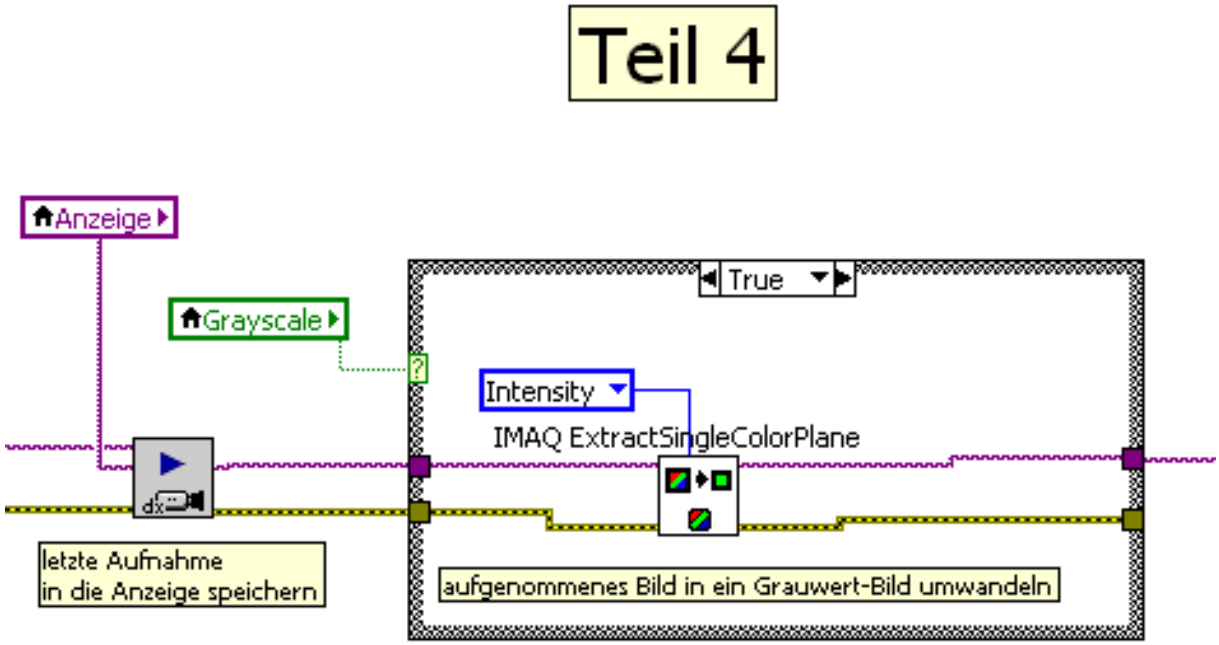


Abbildung 5-11 Livebild Teil 4

Das zuletzt aufgenommene Bild der Webcam wird auf die Anzeige geschrieben.
Falls die Kamera Farbbilder unterstützt muss Grayscale aktiviert werden um
das Bild sofort in ein Grauwert-Bild umzuwandeln. Dabei wird mit dem Modus „Intensity“, die Intensität aller Farben an einem Pixel zusammengezählt und der resultierende Intensitätswert jedes Pixels in einen Grauwert umgewandelt.

3.Sequenz:

5.1.2.6. Teil 5 (gelb)

Wenn alle vorherigen Punkte abgearbeitet wurden wird das Bild endgültig auf die Anzeige geschrieben und angezeigt.

Abbildung 5-12 Livebild Teil 5

5.1.3. Snapshot

Beim Speichern eines Bildes per Hand, auch Snapshot genannt, wird das aktuell angezeigte Bild mit dem gewählten Namen, aktuellem Datum, Uhrzeit, Temperatur und dem Zusatz „SNAP“ im Bildnamen im gewählten Pfad abgespeichert.

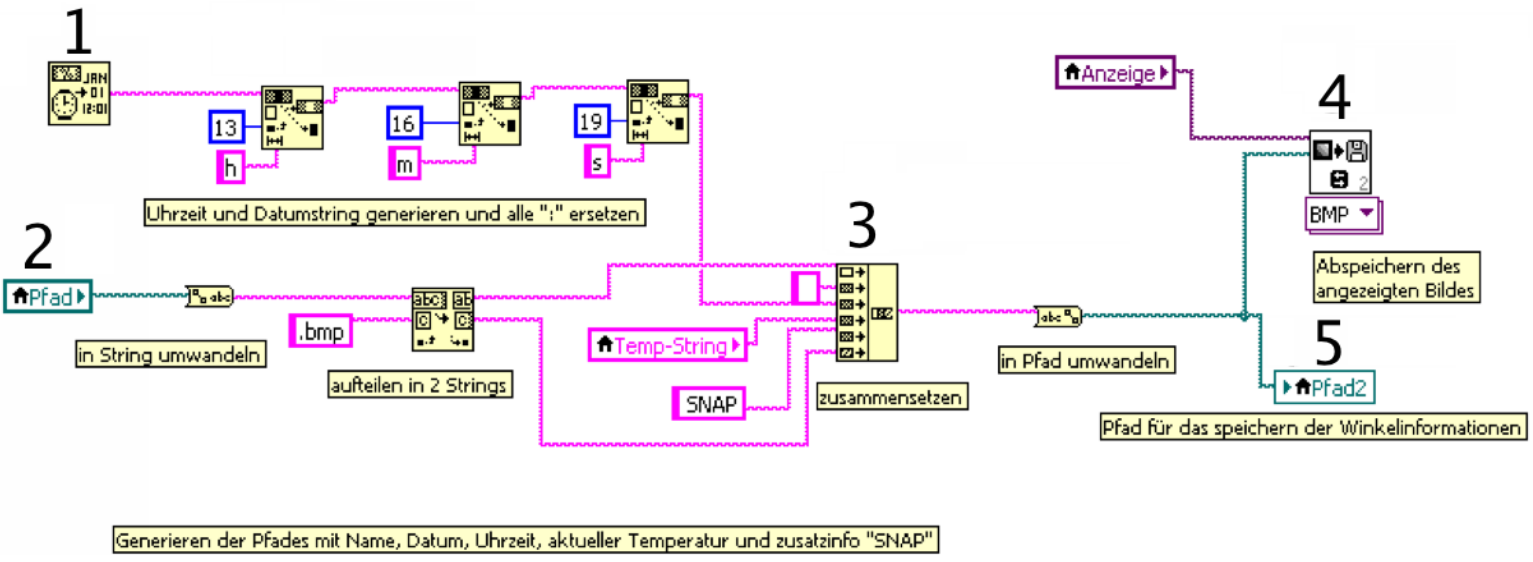


Abbildung 5-13 Überblick Snapshot

1. Das aktuelle Datum und die Uhrzeit werden ausgelesen (oben links) und alle „:“ (=Doppelpunkt) in der Uhrzeit durch „h“ für Stunde ,“m“ für Minute und „s“ für derzeitige Sekunde ersetzt, da unter Windows keine Doppelpunkte im Pfad vorkommen dürfen.

2. Der gewählte Pfad (Türkis, links) wird in einen String umgewandelt und in zwei Strings aufgeteilt: Der Dateiendung nach dem „.“ (=Punkt) und dem Namen.

3. Danach wird der Pfad zusammengefügt aus dem gewähltem Bildernamen + Leerzeichen + Datum + Uhrzeit + aktueller Temperatur + Zusatz „ SNAP“ für Snapshot + Dateiendung. Der generierte String wird dann in einen Pfad zurückgewandelt und an die Funktion „Bild-speichern“ weitergegeben.

4. Die Bild-Speichern Funktion speichert das aktuell angezeigte Bild unter dem generierten Bildpfad ab.

5. Zusätzlich wird der generierte Pfad unter „Pfad2“gespeichert, um bei einem folgendem Wechsel in die Winkel-Berechnung, den Pfad weiterverwenden zu können.

5.1.4. Zyklisches Speichern von Bildern

Bei der Aktivierung des automatischen, zyklischen Speichern von Bildern, wird alle paar Sekunden automatisch ein Bild abgespeichert, um den Schmelzvorgang zu dokumentieren.

Dieses Ereignis wird jede Sekunde ausgelöst, da höchstens jede Sekunde ein Bild aufgenommen werden soll.

Eingestellt wird der Wert mit der kleinen blauen Sanduhr links oben. Als Ereignis-Case muss wie schon erwähnt Timeout ausgewählt werden.

Grafische Veranschaulichung:

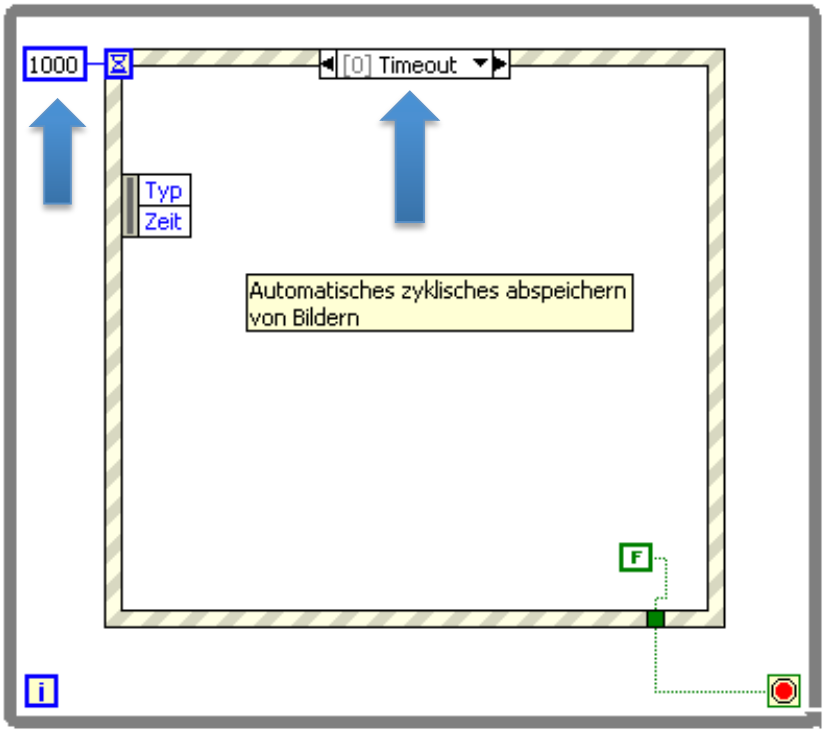


Abbildung 5-14 Timeout Ereignis des zyklischen Speicherns

Die oben erwähnten Case-Struktur (Siehe 5.1.2. Abbildung 5-5) wurde, neben der Abfrage, ob die Einstellungen übernommen worden sind und ob der Benutzer im richtigen Tab ist, um einige Bedingungen (1-3) erweitert:

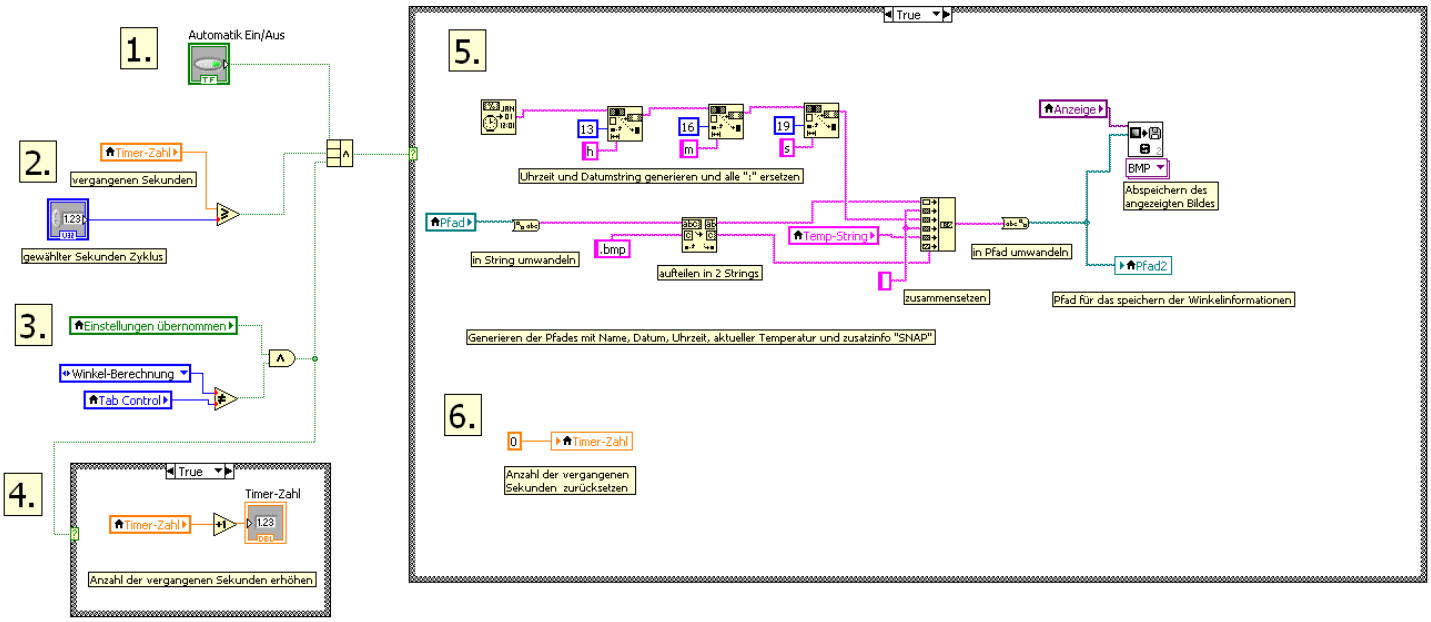


Abbildung 5-15 Überblick zyklisches Speichern

5.1.4.1. Case Bedingungen (1-3)

1.) Ein Schalter auf der Benutzeroberfläche muss auf „Ein“ stehen, um die Bildaufnahme zu aktivieren.

2.) Wenn bereits gleichviele oder mehr Sekunden, als die gewählten Sekunden, zu denen ein Bild aufgenommen werden soll, seit der letzten Bildaufnahme, vergangen sind, wird die Bildaufnahme aktiviert.

3.) Wie schon bei den anderen Ereignisstrukturen, müssen die Einstellungen übernommen sein und der Benutzer darf nicht das Winkel-Berechnung-Tab offen haben um die Bildaufnahme zu aktivieren.

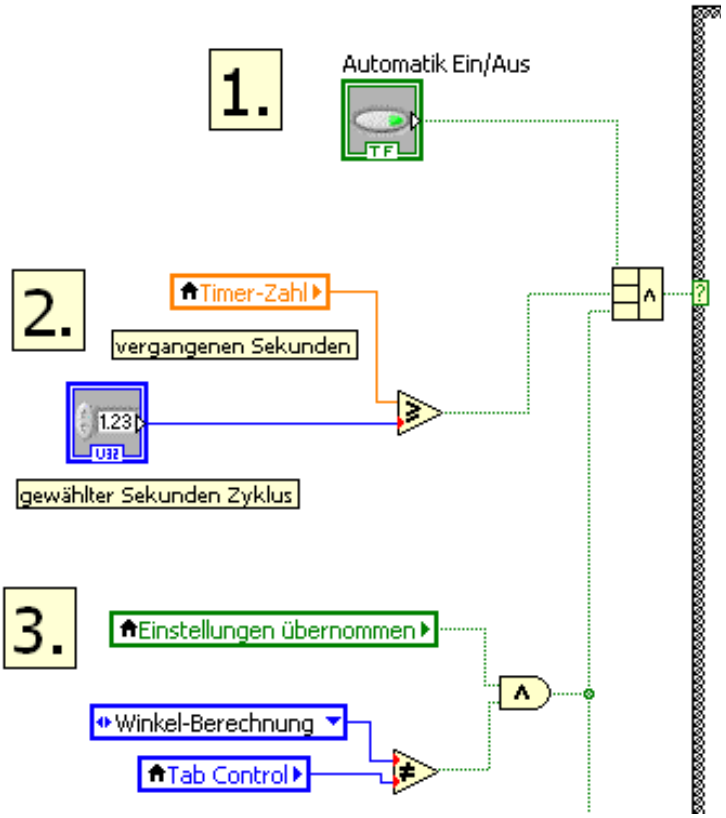


Abbildung 5-16 Case Bedingungen des Zyklischen Speicherns

5.1.4.2. Timer-Zahl erhöhen (4)

Die Timer-Zahl ist die Anzahl der vergangenen Sekunden seit der letzten Bildaufnahme. Diese wird mit jedem Ereignisaufruf, also jede Sekunde um 1 erhöht, falls die Einstellungen übernommen wurden und sich der Benutzer im richtigen Tab befindet.

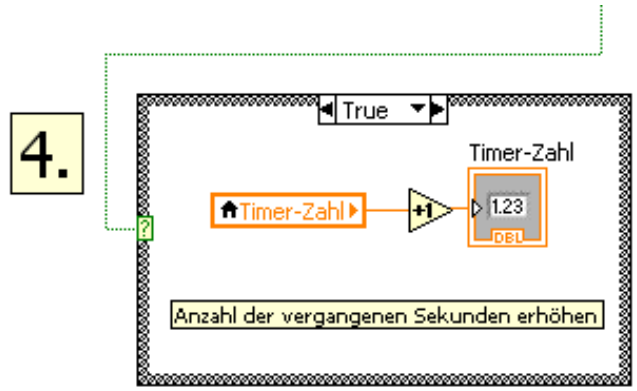


Abbildung 5-17 Timer-Zahl des Zyklischen Specherns erhöhen

5.1.4.3. Bild speichern (5)

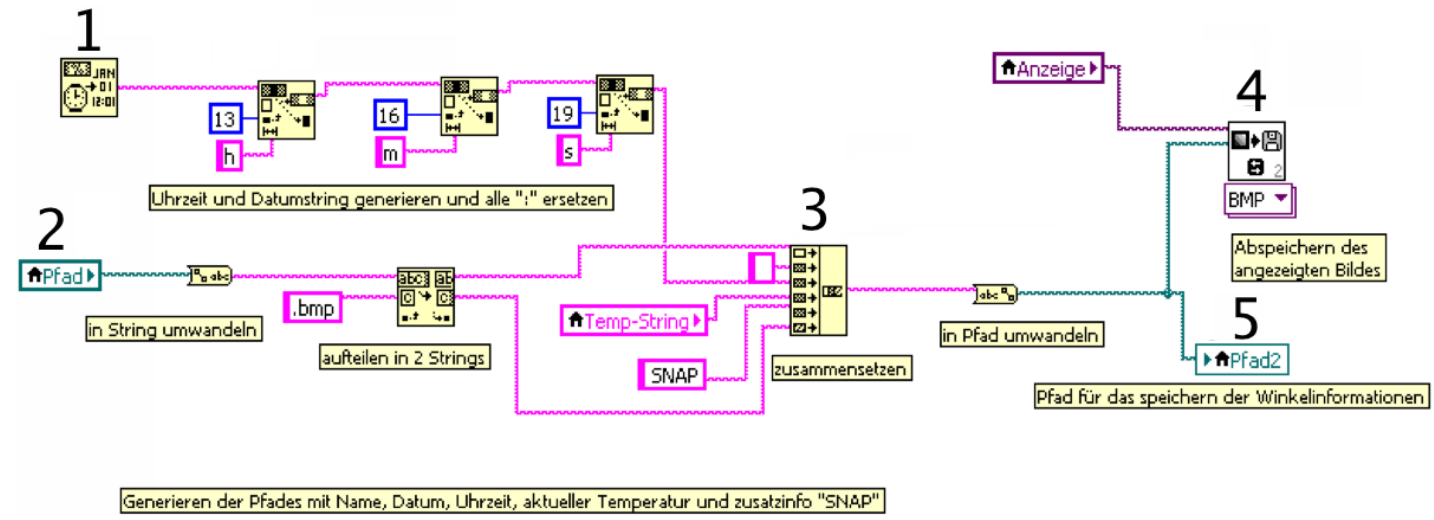


Abbildung 5-18 Bild speichern Funktion des Zyklischen Speicherns

1. Das aktuelle Datum und die Uhrzeit werden ausgelesen (oben links) und alle „:“ (Doppelpunkt) in der Uhrzeit durch „h“ für Stunde ,“m“ für Minute und „s“ für die derzeitige Sekunde ersetzt, da unter Windows keine Doppelpunkte im Pfad vorkommen dürfen.

2. Der gewählte Pfad wird in einen String umgewandelt und in zwei Strings aufgeteilt: Der Dateiendung nach dem „.“ (=Punkt) und dem Namen.

3. Danach wird der Pfad zusammengefügt aus dem gewähltem Bilder-Namen + Leerzeichen + Datum + Uhrzeit + aktueller Temperatur + Zusatz „ SNAP“ für Snapshot + Dateiendung. Der generierte String wird dann in einen Pfad zurückgewandelt und an die Funktion „Bild speichern„ weitergegeben.

4. Die Bild-Speichern Funktion speichert das derzeitig angezeigte Bild unter dem generierten Bildpfad ab.

5. Zusätzlich wird der generierte Pfad unter „Pfad2“gespeichert, bei der Winkel-Berechnung, den Pfad weiterverwenden zu können.

5.1.4.4. Timer-Zahl zurücksetzen (6)

Bei jedem Aufruf der Bild-Speichern-Funktion wird anschließend der Timer wieder zurückgesetzt, da dieser die Anzahl der vergangenen Sekunden seit dem letzten Speichern angibt.

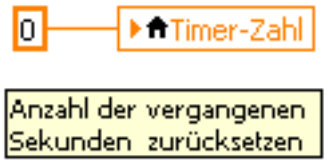


Abbildung 5-19 Timer-Zahl des Zylischen speicherns zurücksetzen

5.2. Glüherkennung

Die Glüherkennung misst die Helligkeit des Tropfens und des Hintergrundes und kann daraus berechnen, ob der Tropfen gerade glüht oder nicht. Anhand dieser Information wird die Hintergrund-Beleuchtung ein oder ausgeschaltet, wenn diese im Automatik-modus arbeitet.

Die automatische Hintergrundbeleuchtungsansteuerung soll parallel zur Live-Bild Aufnahme und dem Speichern von Bildern arbeiten, daher wurde auch diese Funktion in einer eigenen Ereignisstruktur programmiert. Dabei ist eine Aktualisierung der Information, ob der Tropfen gerade glüht nicht so häufig notwendig.

Das Ereignis wird alle 3000ms (=3s) wiederholt (siehe 4.2.).
Wie schon bei allen anderen Ereignissen wurde ein „Beenden“ Ereignis erstellt.

Innerhalb des Ereignisses wurde, wie bei der Bildaufnahme, eine Case-Struktur programmiert, da das Ereignis nur dann ausgeführt werden soll, wenn man alle Einstellungen übernommen hat und sich nicht im Winkel-Berechnungs-Tab des Menüs befindet:

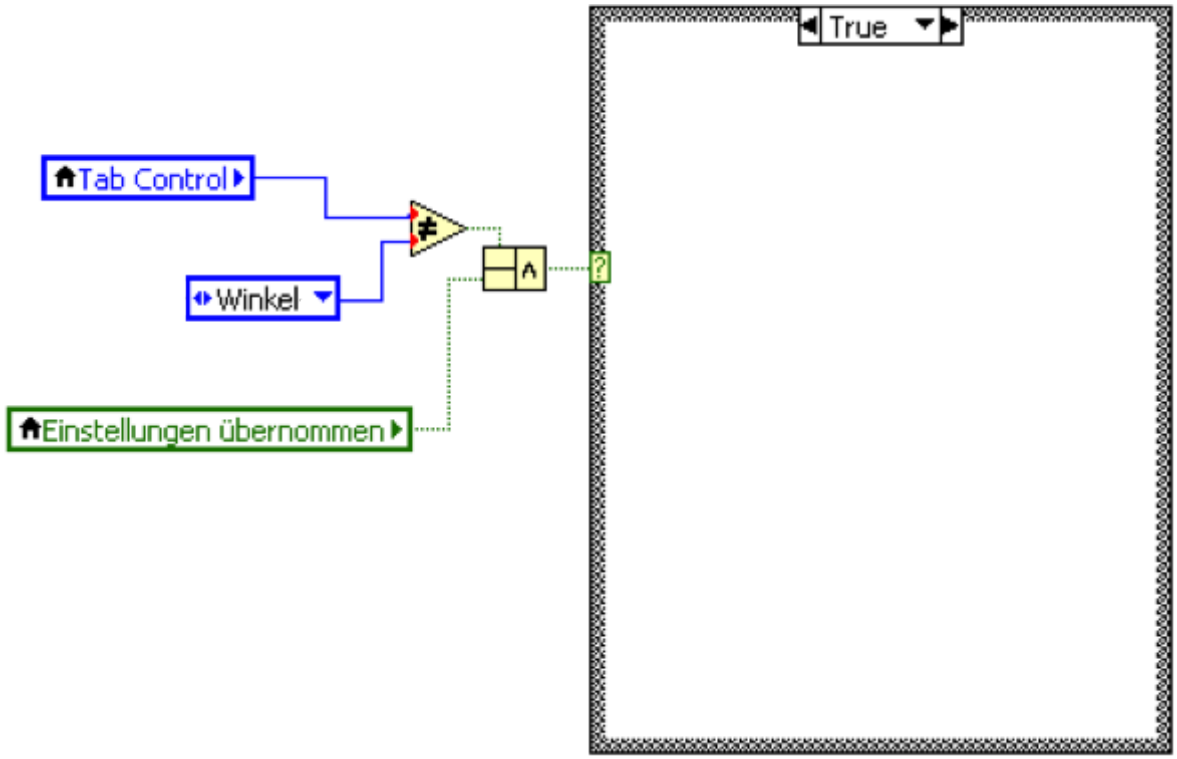


Abbildung 5-20 Case Funktion der Glüherkennung

Innerhalb der Case-Funktion wurde nun in einer flachen Sequenzstruktur die Glüherkennung programmiert. Die einzelnen Sequenzen der Sequenzstruktur werden nacheinander von links nach rechts abgearbeitet.

5.2.1. Überblick

Für mehr Übersicht wurde das Programm in 6 Teile unterteilt:

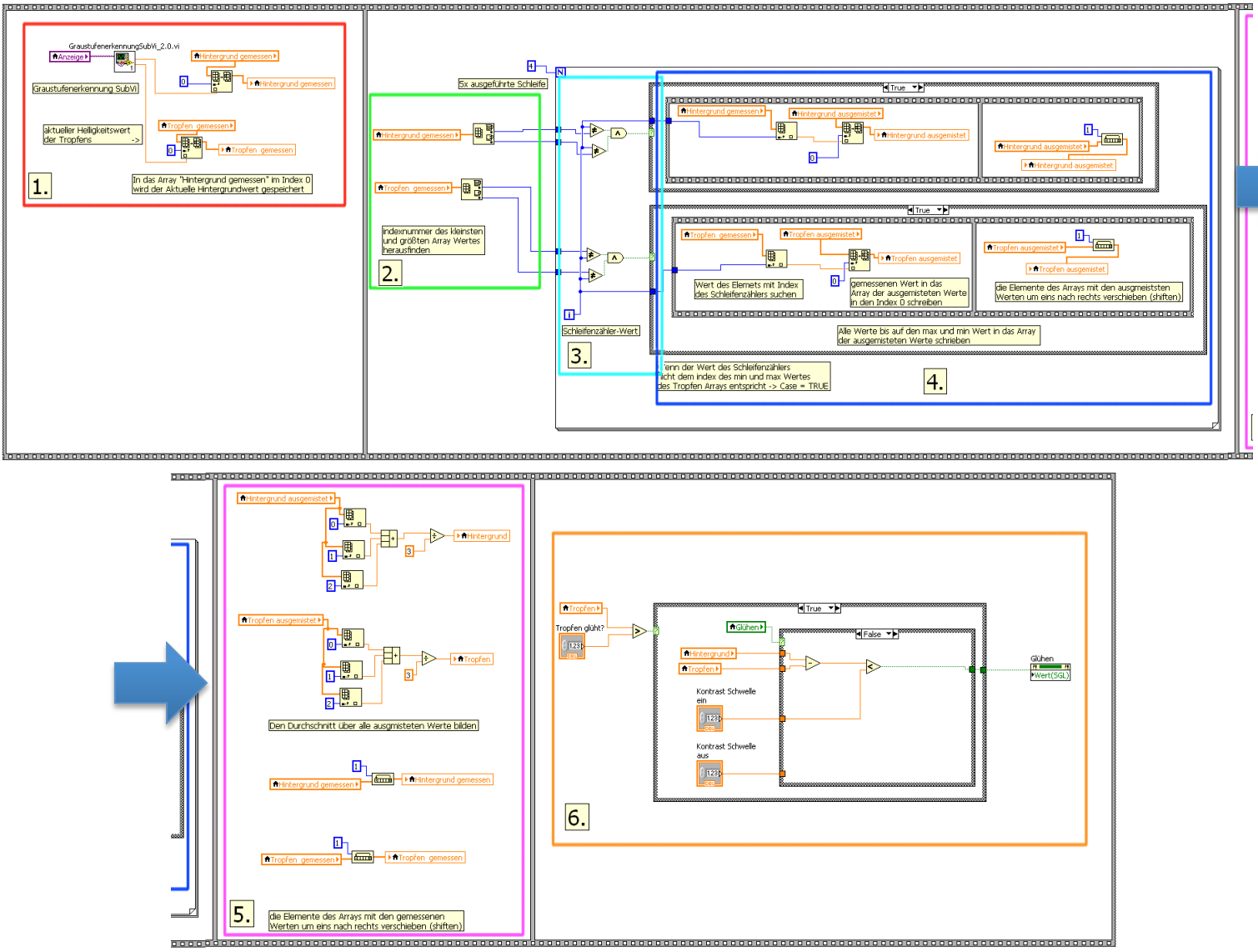


Abbildung 5-21 Überblick Glüherkennung

Die beiden Bilder oben gehören zusammen, also hintereinander gelegt und stellen das Programm dar. Dieses besteht aus einer Sequenzstruktur, wobei jeder der 6 Teile, in einer eigenen Sequenz liegt. Die Sequenzstruktur wird von links nach rechts nacheinander abgearbeitet.

5.2.2. Aktuelle Helligkeitswerte messen (1.Teil)

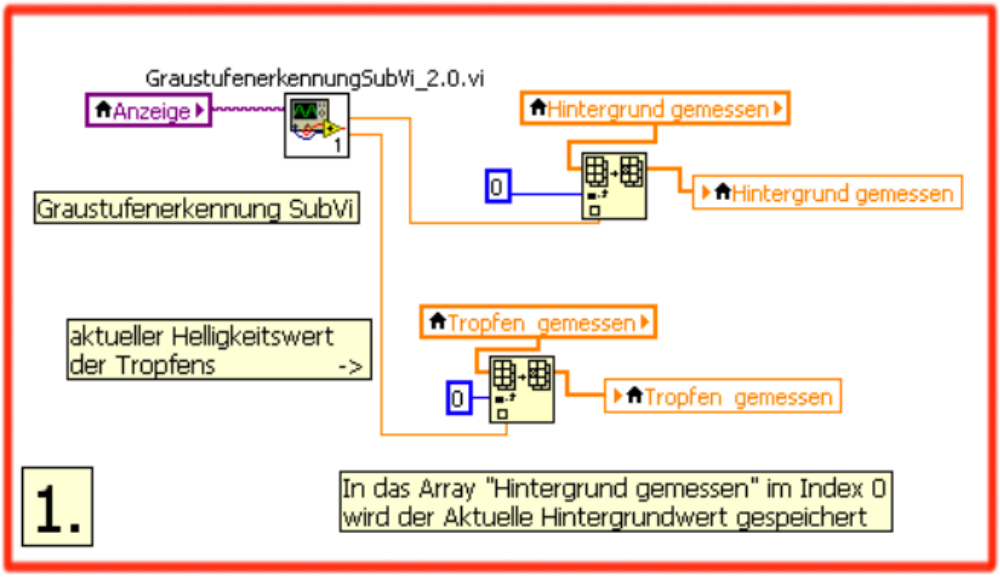


Abbildung 5-22 Teil 1 der Glüherkennung

Im ersten Bereich wird das aktuell angezeigte Bild „Anzeige“ in das SubVi „Graustufenerkennung“ geschickt. Die eigens programmierte Graustufenerkennung (siehe 6.3.) berechnet die Helligkeit des gerade angezeigten Tropfens und des Hintergrundes. Da die Werte aber nicht konstant sind und sich manchmal Fehler bei der Berechnung einschleichen, müssen die berechneten Werte noch weiter bearbeitet werden, bevor erkannt werden kann, ob der Tropfen glüht.

Daher werden die zwei Werte, in zwei Arrays (siehe 5.3.2.), in den Index „0“ gespeichert. Jedes dieser Arrays kann bis zu fünf Werte speichern. Später im 5.Teil werden alle Elemente der Arrays um eins nach rechts verschoben (geshiftet). Dadurch kann beim nächsten Aufruf des Programms wieder der Index 0 überschrieben werden, da dieser Index den ältesten Messwert enthält. Das bedeutet, dass nach dem fünften Aufruf der Ereignisstruktur, nach 15 Sekunden alle Werte im Array durch neue ersetzt worden sind. Die Informationen in den Arrays „Hintergrund gemessen“ und „Tropfen gemessen“ werden als Ausgangswerte für die weiteren Berechnungen verwendet.

5.2.3. Min und Max Werte der Arrays bestimmen (2. Teil)

Im dritten Bereich werden die Arrays, mit den gemessenen Helligkeitswerten, nach dem jeweils größtem und kleinstem Element durchsucht.
Das geschieht mit den Blöcken „Array Max&Min“ in der Mitte des Bildes. Zurückgegeben wird die Indexnummer der beiden größten und kleinsten Elemente.

Diese Elemente sollen im nächsten Teilbereich herausgesucht werden, um grobe Fehlmessungen bei der Glüherkennung zu ignorieren.

Die vier Indexzahlen werden weitergeleitet in eine 5-Mal ausgeführte Schleife in der sich die Teilbereiche 4. Und 5. Befinden.

Alle nachfolgenden Erklärungen werden anhand der gemessenen Tropfenwerte erklärt. Da ,wie man auf den Bildern erkennen gut kann, genau der gleiche Programmablauf auch für die Hintergrund-Werte programmiert wurde.

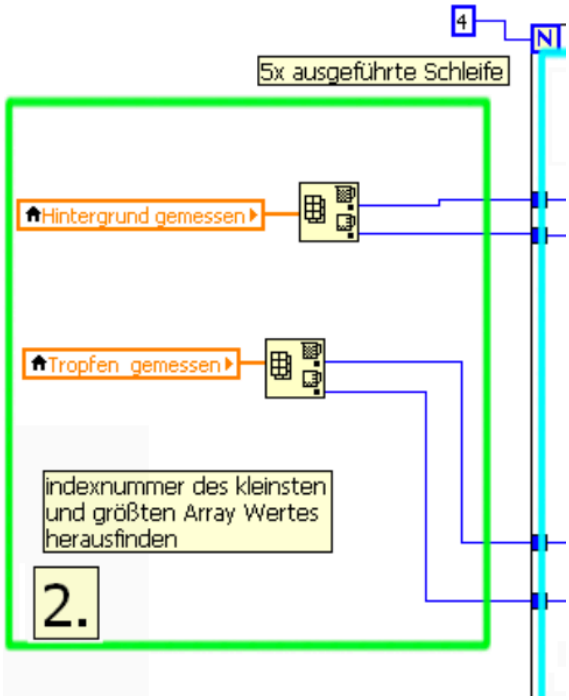


Abbildung 5-23 Teil 2 der Glüherkennung

5.2.4. Case Bedingungen (3.Teil)

In einer Schleife die 5-Mal ausgeführt wird, werden die Indexzahlen, der zwei kleinsten und zwei größten Elemente der Arrays, mit dem aktuellen Schleifenzählerwert „i“ verglichen.

Die nachfolgende Case-Struktur des Tropfens ist nur dann TRUE wenn der aktuelle Schleifenzählerwert nicht dem Index des größten und kleinsten Elements des „Tropfen gemessen“-Arrays entspricht. Auf diese Weise werden die Min und Max Werte in den Arrays ignoriert und dadurch herausgefiltert.

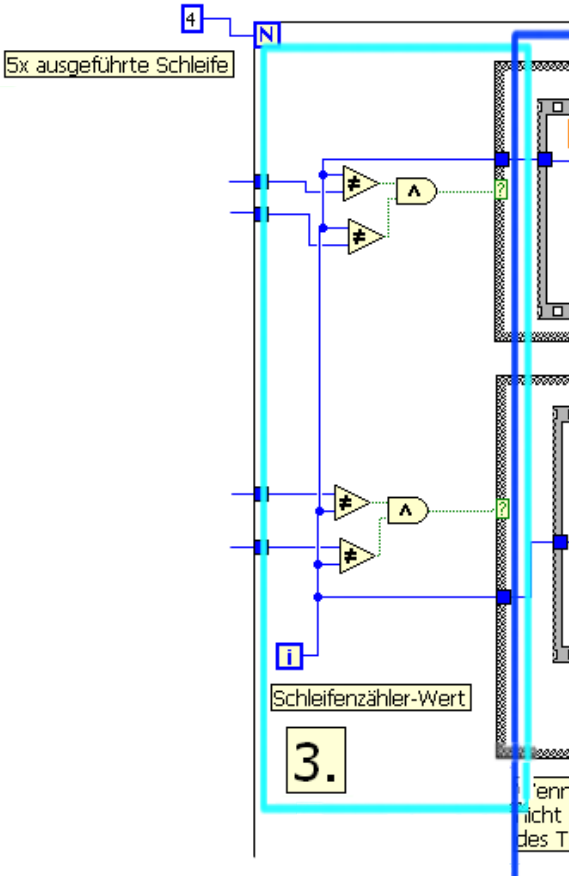


Abbildung 5-24 Teil 3 der Glüherkennung

5.2.5. Ausmisten der gemessenen Werte (4.Teil)

Wenn der aktuelle Schleifenzählwert nicht dem Index der Min- oder Max-Zahl des Arrays entspricht wird das Element in ein anderes Array kopiert und dann die Elemente dieses Arrays um eins nach rechts verschoben (geshiftet). So werden alle gemessenen Werte bis auf die Min-/Max- Werte in ein neues Array geschrieben.

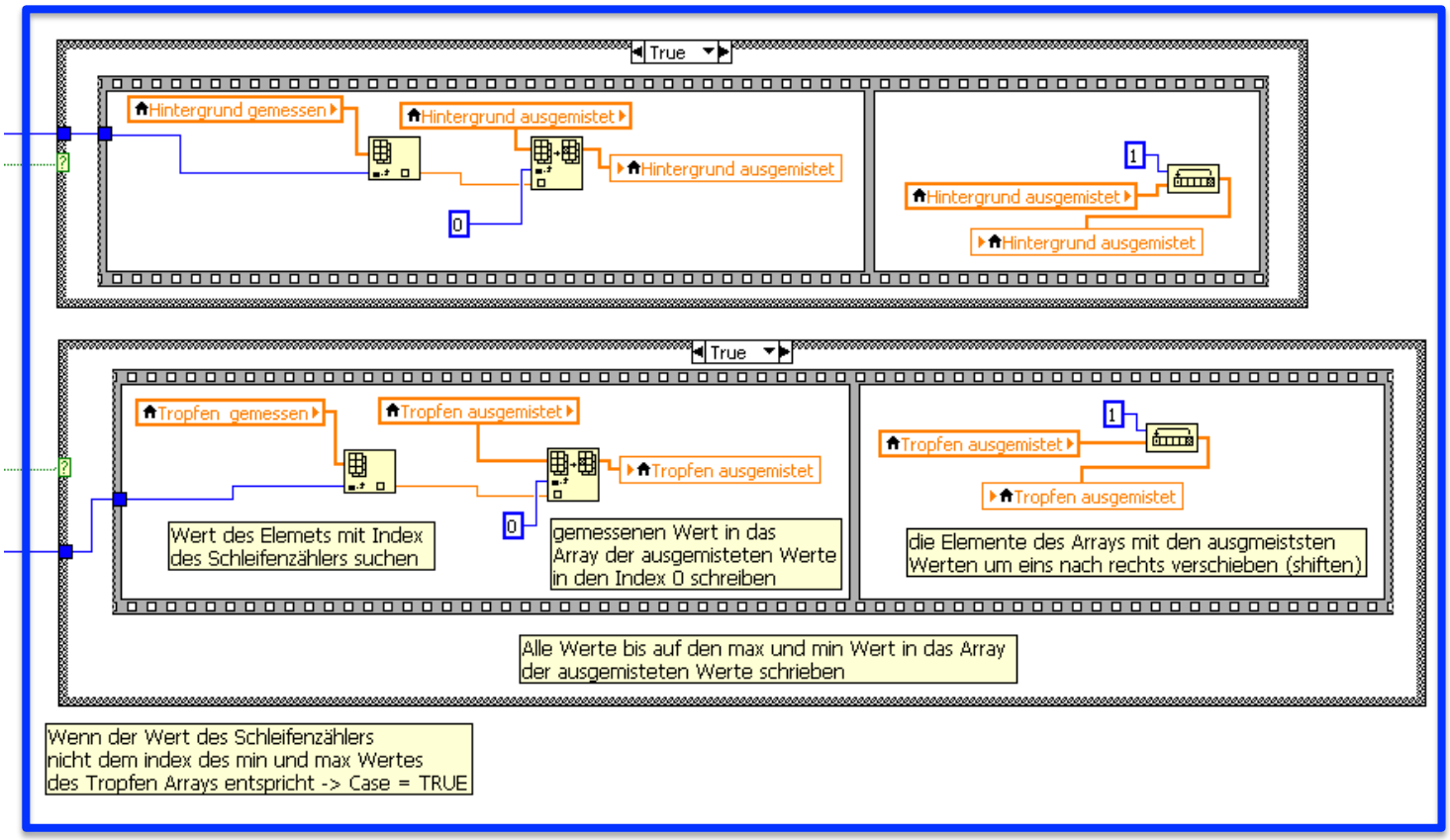


Abbildung 5-25 Teil 4 der Glüherkennung

Als erstes wird das Array „Tropfen gemessen“ (links) an den ersten Block übergeben. Der erste Funktionsblock „Array indizieren“ sucht den Wert des Elements mit dem Index des aktuellen Schleifenzählwertes und gibt diesen an den nächsten Block weiter.

Der nächste Block „Teil Array ersetzen“ fügt den Wert des Elements, an der Indexstelle „0“, in das Array „Tropfen ausgemistet“ ein.

In der nächsten Sequenz werden die Elemente des Arrays „Tropfen ausgemistet“ um eins nach rechts verschoben (geshiftet). Das Array ist 3 Elemente groß, damit bei einer 5-Mal wiederholten Schleife alle drei Elemente des Arrays mit gerade gemessenen Werten überschrieben werden.

5.2.6. Durschnitt bilden (5.Teil)

1. In diesem Teilbereich wird der Durchschnitt über alle ausgemisteten Werte gebildet.

   Dazu wird der Funktionsblock „Array indizieren“ verwendet und die einzelnen Werte der Elemente der Arrays, der ausgemisteten Werte, mit den Indizes 0-2 ausgegeben und dann addiert.

   Anschließend werden die resultierenden Werte durch 3 dividiert und dann in die Variablen „Hintergrund“ und „Tropfen“ gespeichert.

   Diese Variablen werden dann für die Glüherkennung verwendet.

2. Zusätzlich werden die Elemente der Arrays mit den gemessenen Werten um eins nach rechts Verschoben (shiften), um bei der erneuten Ausführung des Ereignisses, den ältesten Messwert mit dem aktuell gemessenen zu ersetzen.

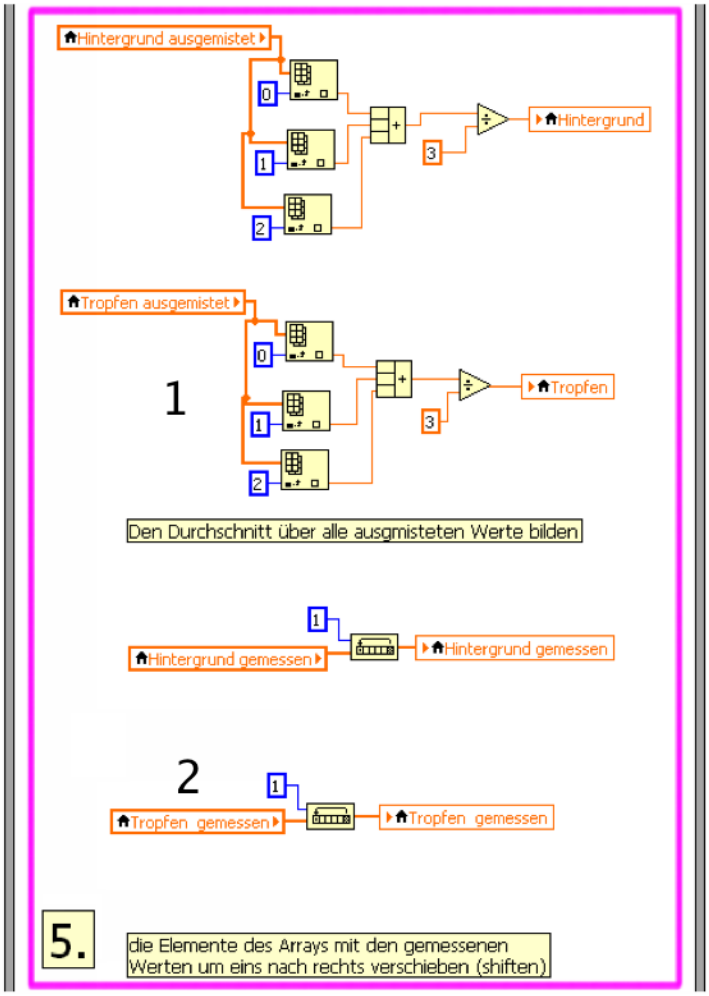


Abbildung 5-26 Teil 5 der Glüherkennung

5.2.7. Auswertung mit Hysterese (6.Teil)

Da es bei der Hintergrundbeleuchtungsansteuerung darum geht den Kontrast zwischen Hintergrund und Tropfen zu verbessern, wurde bei der Hysterese die Differenz zwischen Tropfen und Hintergrund, auch Kontrast genannt, als entscheidender Wert verwendet.

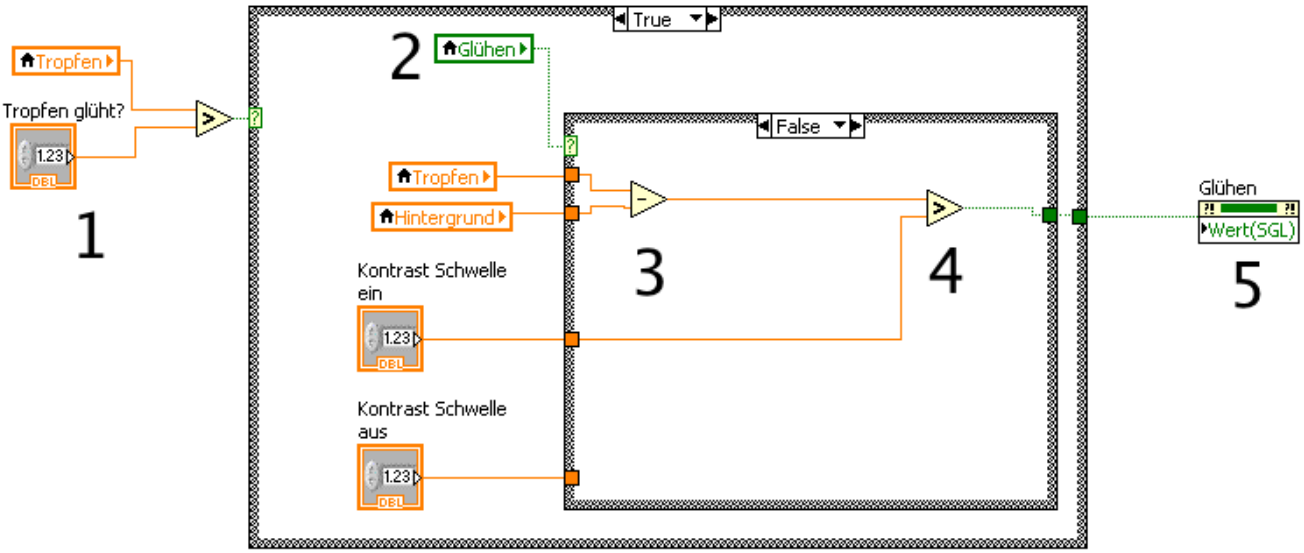


Abbildung 5-27 Hysterese der Glüherkennung

1. **Tropfen könnte glühen:**
   Als erstes wird erkannt, ob die Tropfenhelligkeit eine, im Tab „Einstellungen“ einstellbare Schwelle („Tropfen glüht?“) überschritten hat. Dieser Schritt ist notwendig, da die Hysterese nur angewandt werden soll, wenn sich der Tropfen im Helligkeitsbereich des Glühens befindet, da sonst der Fall eintreten könnte, das die Hysterese angewandt wird, wenn der Tropfen und der Hintergrund annähernd gleich dunkel sind. Daher wird die Hintergrundbeleuchtung immer aktiviert, wenn der tropfen dunkel ist.
   Der Tropfen wird deswegen als nicht glühend erkannt, wenn der Helligkeitswert des Tropfens unter dem einstellbaren Helligkeitswert „Tropfen glüht“ liegt. Falls dies zutrifft, wird die angeschlossene Case-Struktur auf **FALSE** gesetzt.

   Im **FALSE**-Case wird einfach ein False an den Ausgang der Case-Funktion (5-Glühen) geliefert, um False in „Glühen“ zu speichern, dass die Hintergrundbeleuchtung aktiviert wird.

   Wird die Case-Struktur auf **TRUE** gesetzt, wird die Hysterese angewendet.

   Der einstellbare Helligkeitswert „Tropfen glüht?“ sollte auf den Helligkeitswert des nicht glühenden Tropfens, bei eingeschalteter Beleuchtung eingestellt werden. In der Praxis hat sich „150“ als brauchbarer Wert erwiesen.

2-4 Hysterese:

Allgemein:

Falls der Tropfen über oder unter einem bestimmten Helligkeitswert, sofort als glühend oder nicht glühend erkannt werden würde, könnte dies,
falls die Tropfenhelligkeit nur leicht schwankt und sich im Übergangsbereich zwischen nicht-glühen und glühen befindet, zu einem sehr schnellen Wechsel zwischen glühen und nicht-glühen führen. Da mit dem Ausgangswert der Glüherkennung, die Hintergrund-Beleuchtung angesteuert wird, sollte ein solcher Fall verhindert werden. Deswegen wurde eine Hysterese programmiert.

Folgende Hysterese wurde programmiert:

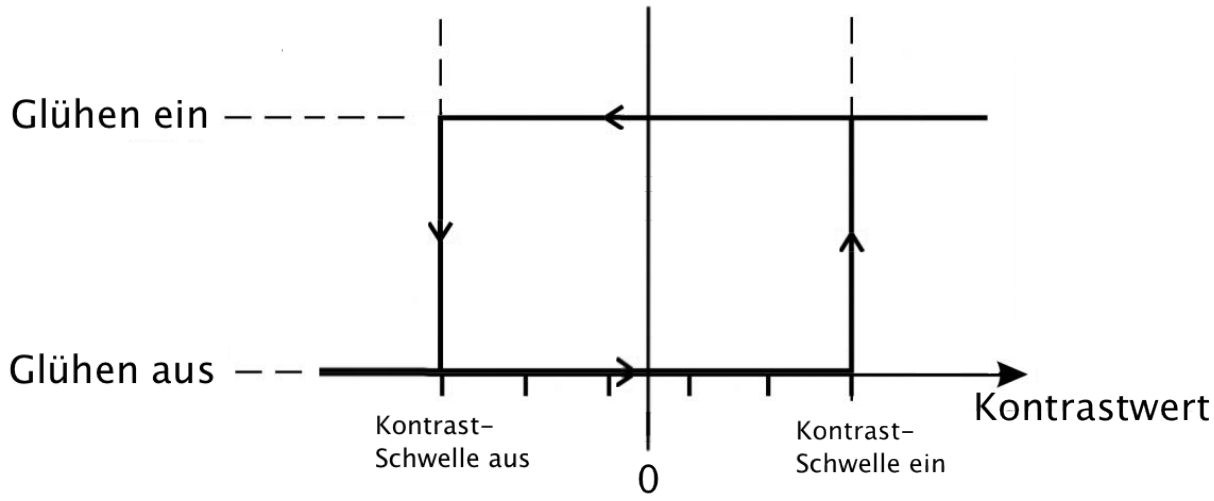


Abbildung 5-28 Hysterese Allgemein

Kontrastwert = Tropfenhelligkeit - Hintergrundhelligkeit

Programmcode:

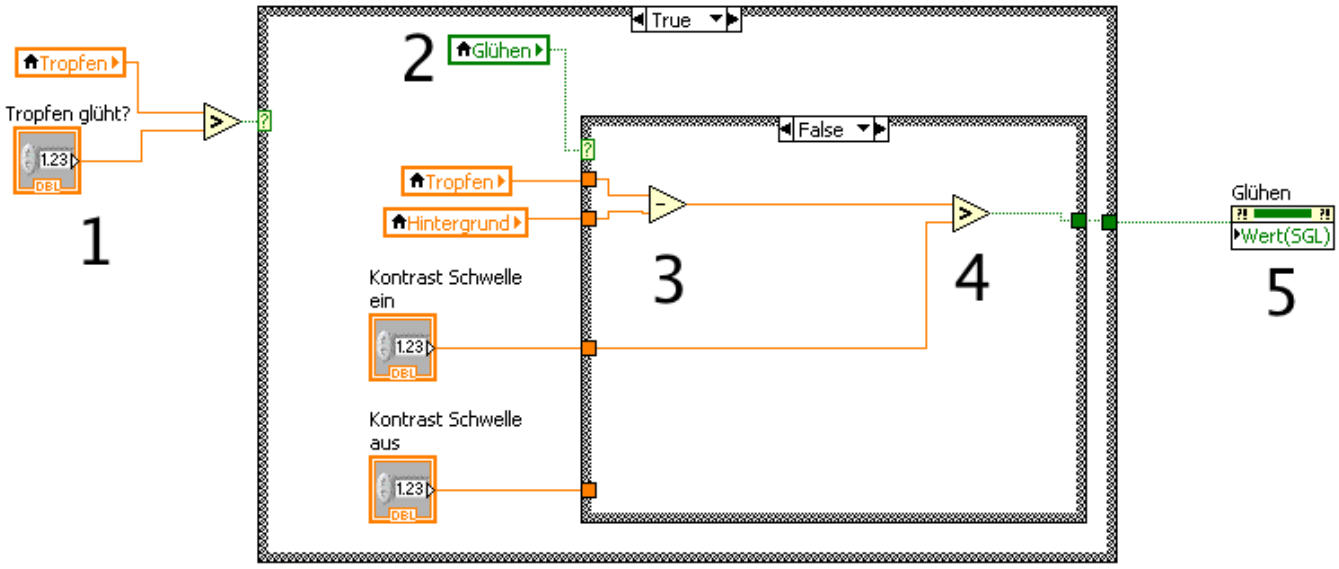


Abbildung 5-29 Hysterese der Glüherkennung

2. Wurde bei der letzten Messung erkannt, dass der Tropfen nicht glüht, wird die innere Case-Funktion auf **False** geschalten und bei Punkt 2 fortgesetzt.
   Ist dies nicht der Fall, wird die Case-Struktur auf TRUE gesetzt und bei Punkt 4 fortgesetzt.

Bei der letzten Messung wurde der Tropfen nicht als glühend erkannt (Case=FALSE):

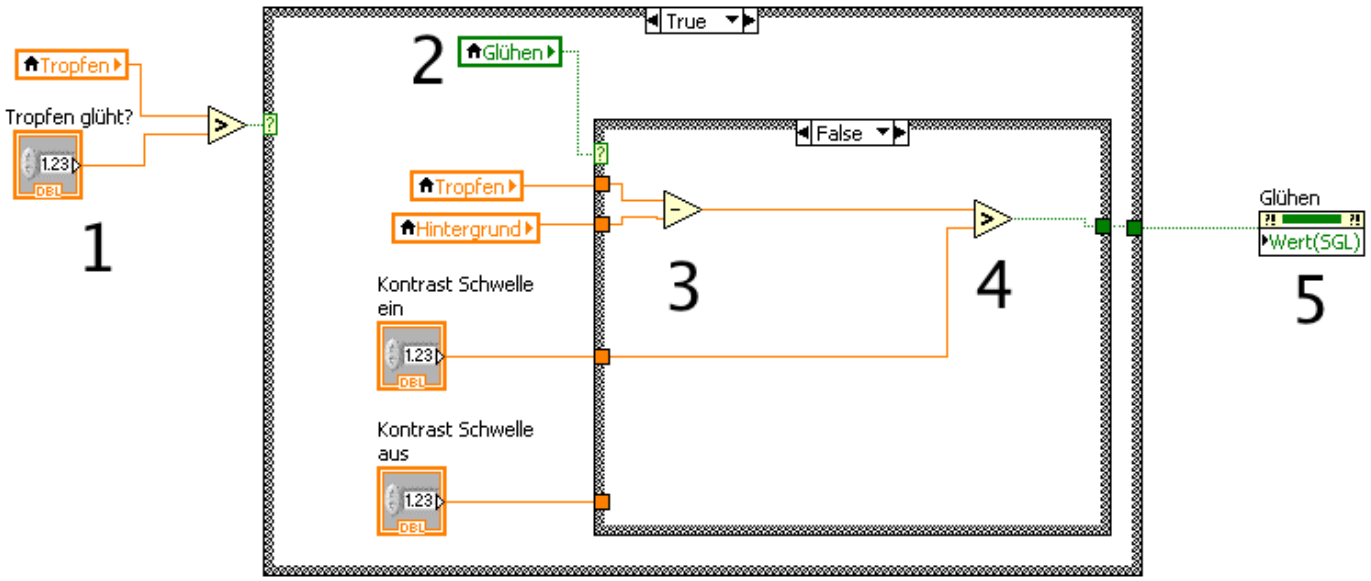


Abbildung 5-30 Hysterese der Glüherkennung - letzter Tropfenzustand nicht glühend

3. Hier wird der Kontrast berechnet, der der Differenz zwischen der Tropfen- und Hintergrundhelligkeit entspricht.
4. Ist dieser berechnete Kontrastwert, also der Helligkeitsunterschied, größer, als die im Tab „Einstellungen“ einstellbare Kontrast-Schwelle, so wird der Tropfen als glühend erkannt. Bei einer Reihe von Tests hat sich als guter Ausgangswert die Zahl „50“, für das Bedienelement „Kontrast-Schwelle ein“, bewährt.

Bei der letzten Messung wurde der Tropfen als glühend erkannt (Case=TRUE):

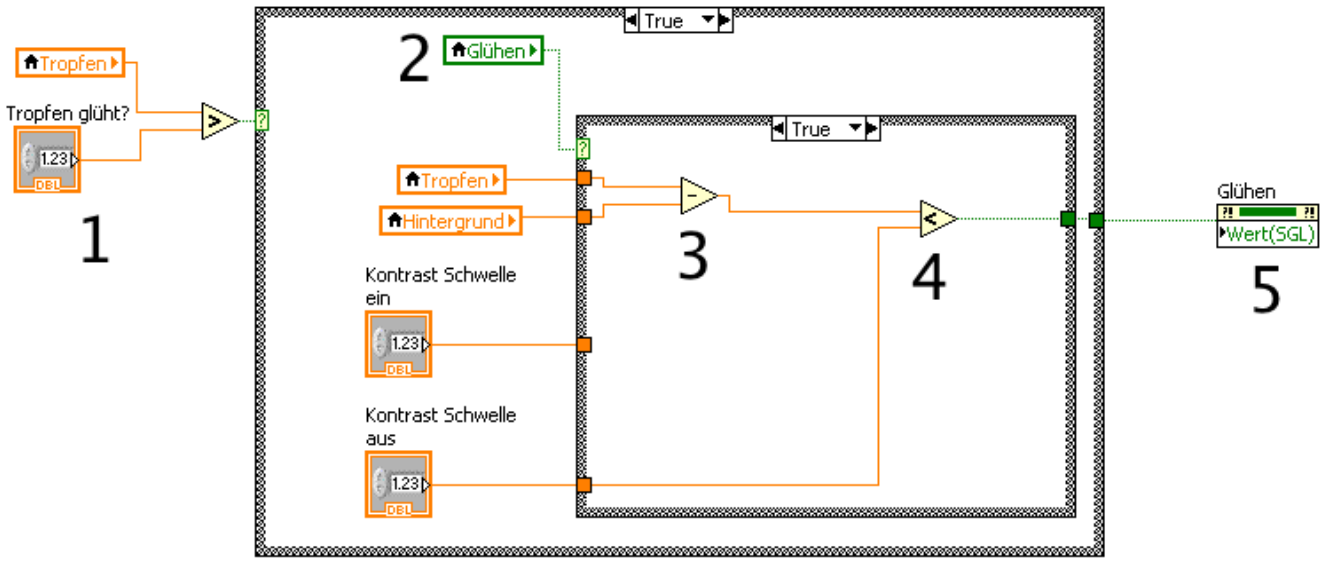


Abbildung 5-31 Hysterese der Glüherkennung - letzter Tropfenzustand nicht glühend

3. Hier wird der Kontrast berechnet, der der Differenz zwischen der Tropfen- und Hintergrundhelligkeit entspricht.
4. Ist dieser berechnete Kontrastwert, also der Helligkeitsunterschied, kleiner, als die im Tab „Einstellungen“ einstellbare Kontrast-Schwelle, so wird der Tropfen als glühend erkannt. Bei einer Reihe von Tests hat sich als guter Ausgangswert die Zahl „-50“, für das Bedienelement „Kontrast-Schwelle aus“, bewährt.

5. Glüh-Status speichern

5. Als letztes wird der berechnete Glühwert als signalisierender Wert in die Anzeige „Glühen“, die sich im Tab „Bildaufnahme“ befindet gespeichert.
   Dadurch wird, bei einer Wertänderung von „Glühen“, das Ereignis, das die Hintergrundbeleuchtungsansteuerung enthält, ausgeführt (siehe 9.5.1.).

5.3. Einstellungen übernehmen

Sobald alle Einstellung eingestellt oder geladen wurden, muss auf „Einstellungen übernehmen“ im Tab „Bildaufnahme“ gedrückt werden, um die Funktionen der Bildaufnahme verwenden zu können. Dabei wird nach dem Speicherort und dem Namen der zu speichernden Bilder abgefragt.

Beim Druck auf „Einstellungen übernehmen“, wird eine Ereignisstruktur aufgerufen, die eine Ereignisstruktur mit drei Sequenzen beinhaltet:

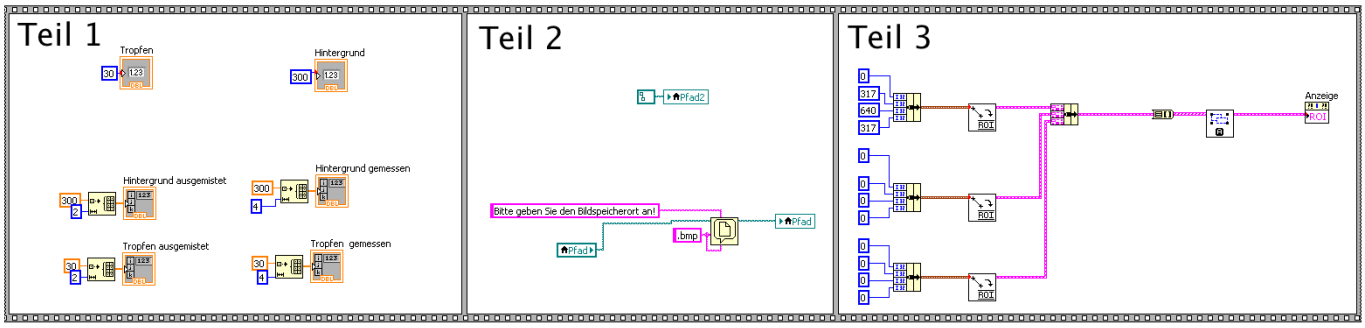


Abbildung 5-32 Überblick Einstellungen übernehmen

5.3.1. Arrays initialisieren (1.Teil)

Hier werden die notwendigen Arrays für die Glüherkennung erstellt und abgespeichert. Zusätzlich werden vernünftige Ausgangswerte in die Arrays und Variablen der Glüherkennung geschrieben. Das ist notwendig, da sonst in allen Elementen der Arrays, Null stehen würde und dadurch die Glüherkennung zu Beginn viel zu ungenau wäre.

1. Ausgangswert für die Tropfenhelligkeit wird festgelegt.
2. Ausgangswert für die Hintergrundhelligkeit wird festgelegt.
3. Zwei Arrays werden initialisiert, die jeweils 3 Elemente enthalten.
   Dabei werden die Ausgangswerte für alle Elemente festgelegt.
4. Zwei Arrays werden initialisiert, die jeweils 5 Elemente enthalten.
   Dabei werden die Ausgangswerte für alle Elemente festgelegt.

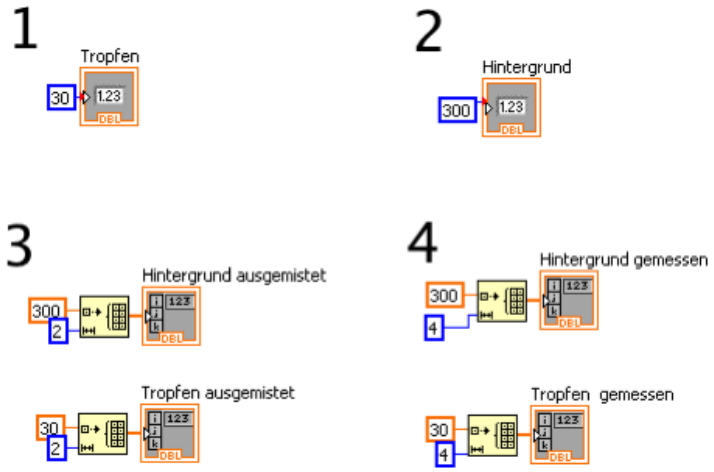


Abbildung 5-33 Teil 1 von Einstellungen übernehmen - Arrays initialisieren

5.3.2. Pfad abfragen und Variablen setzen (2.Teil)

1. Es wird die Lampe „Einstellungen übernommen“ zum leuchten gebracht, die sich im Button Einstellungen speichern befindet, um zu verdeutlichen, dass die Einstellungen nun übernommen wurden. Diese Variable wird auch dazu verwendet, dass die Ereignisstrukturen, der Bildaufnahme, die in einem Intervall ausgeführt werden, erst ausgeführt werden, wenn die benötigten Arrays und Variablen initialisiert wurden und auf Einstellungen übernehmen gedrückt wurde.

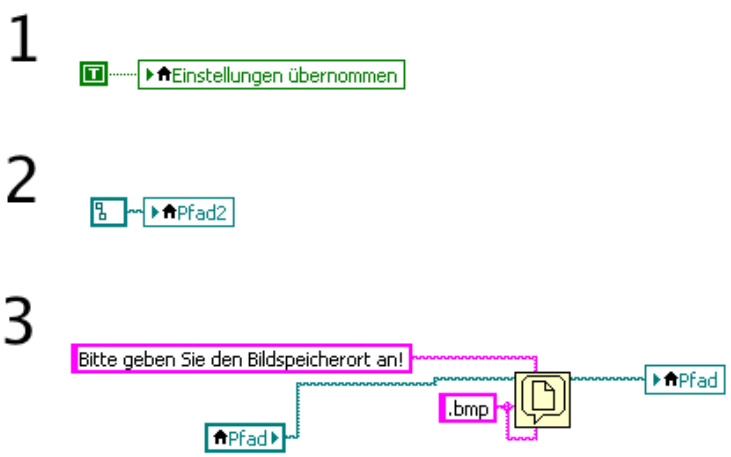


Abbildung 5-34 Teil 2 von Einstellungen übernehmen - Pfad abfragen und Variablen setzen

2. Der Inhalt der Variable Pfad2, wird zurückgesetzt.

3. Mit dem Block "Dateidialog“, wird gefragt, wo die aufgenommen Bilder mit welchem Namen abgespeichert werden. Als Ausgangspfad, wird die Variable „Pfad genommen“, das man nicht immer neu in einen bestimmten Pfad gehen muss, wo man die Bilder mit einem anderen Namen speichern will. Als Dateiendung wird „.bmp“ übernommen und der gewählte Pfad in die Variable Pfad gespeichert.

5.3.1. Ausrichtungslinie einzeichnen (3.Teil)

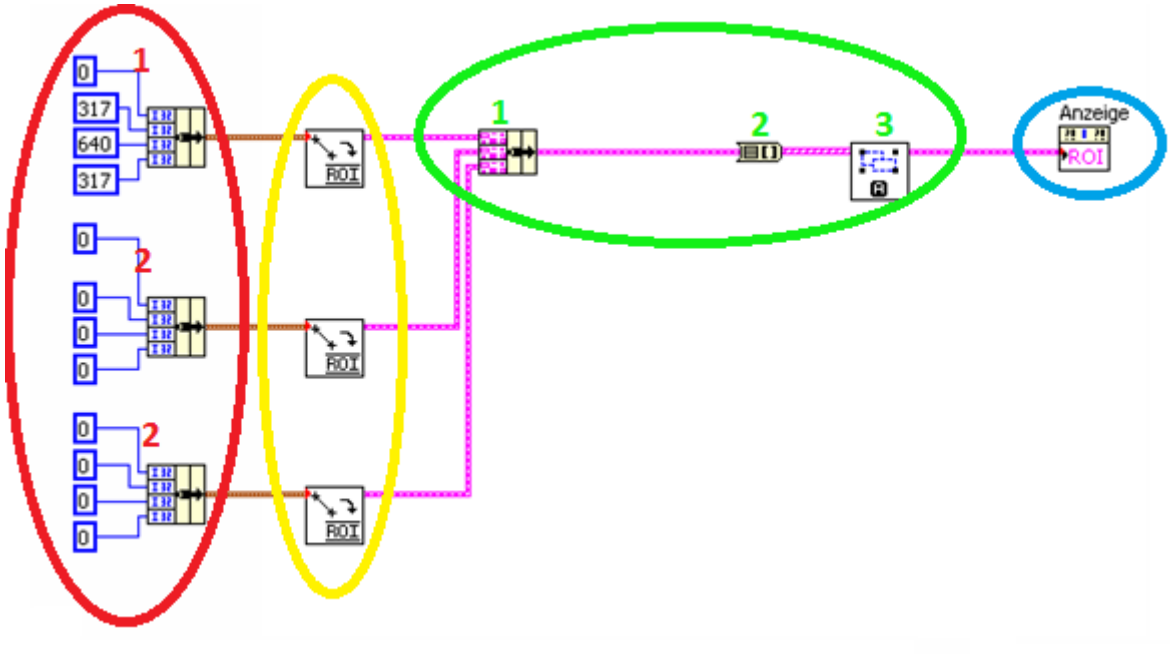


Abbildung 5-35 Einstellungen übernehmen - Ausrichtungslinie einzeichnen

Hier wird die Linie eingezeichnet als Orientierung beim Einrichten der Kamera dient.
Sie muss auf die Oberfläche des Testobjektes angelegt werden.

Koordinaten:

In diesem Bereich werden die Koordinaten des Anfangs- und Endpunktes der Linie definiert.
1. Koordinaten der Linie die an die Oberfläche des Testobjektes angelegt wird.
2. Diese Koordinaten werden nicht benötigt.
Mit der Funktion „Bündeln“ werden aus den Koordinaten 3 Cluster erzeugt.

In ROI umwandeln:

Mit den Blöcken „IMAQ Convert Line to ROI VI“ werden die Linieninformationen in ROI umgewandelt.

ROI zusammenfügen:

In diesem Bereich werden die einzelnen ROI Informationen zu einem ROI zusammengefügt.
1. Mit der Funktion „Bündeln“ werden als erstes alle Informationen zu einem Cluster zusammengefügt.
2. Als nächstes wird mit der Funktion „Cluster nach Array“ aus den Cluster ein Array erstellt.
3. Hier wird mit dem VI „IMAQ Group ROIs VI“ aus dem Array von ROI eine einzige ROI erzeugt.

Auf Anzeige Ausgeben:

Hier wird die vorher erzeugte ROI auf die Anzeige ausgegeben.
Dazu werden mit dem Eigenschaftsknotern die ROI Eigenschaften der Anzeige verändert.

5.4. Speichern und Laden der Aufnahmeeinstellungen

Als Bedienungsvereinfachung wurde eine Funktion ergänzt, die das Speichern und Laden aller Einstellungen der Bildaufnahme ermöglicht.

Da die Einstellungen in der Praxis nicht so oft geändert werden, ist daher nur ein Klick auf „laden“ in der Benutzeroberfläche notwendig, um die zuletzt gespeicherten Einstellungen zu laden. Danach kann man kann sofort auf „Einstellungen übernehmen“ klicken und mit dem Aufnehmen von Bilder zu beginnen.

Die Einstellungen können sowohl im Tab “Bildaufnahme“ als auch im Tab „Einstellungen“ geladen werden. Ein speichern der Einstellungen ist nur im Tab „Einstellungen“ möglich.

5.4.1. Einstellungen allgemein

Für einige Einstellungen gibt es jeweils zwei Variablen. Im Tab „Bildaufnahme“ gibt es für die wichtigsten Einstellungen eine Kopie der Einstellung im Tab „Einstellungen“:

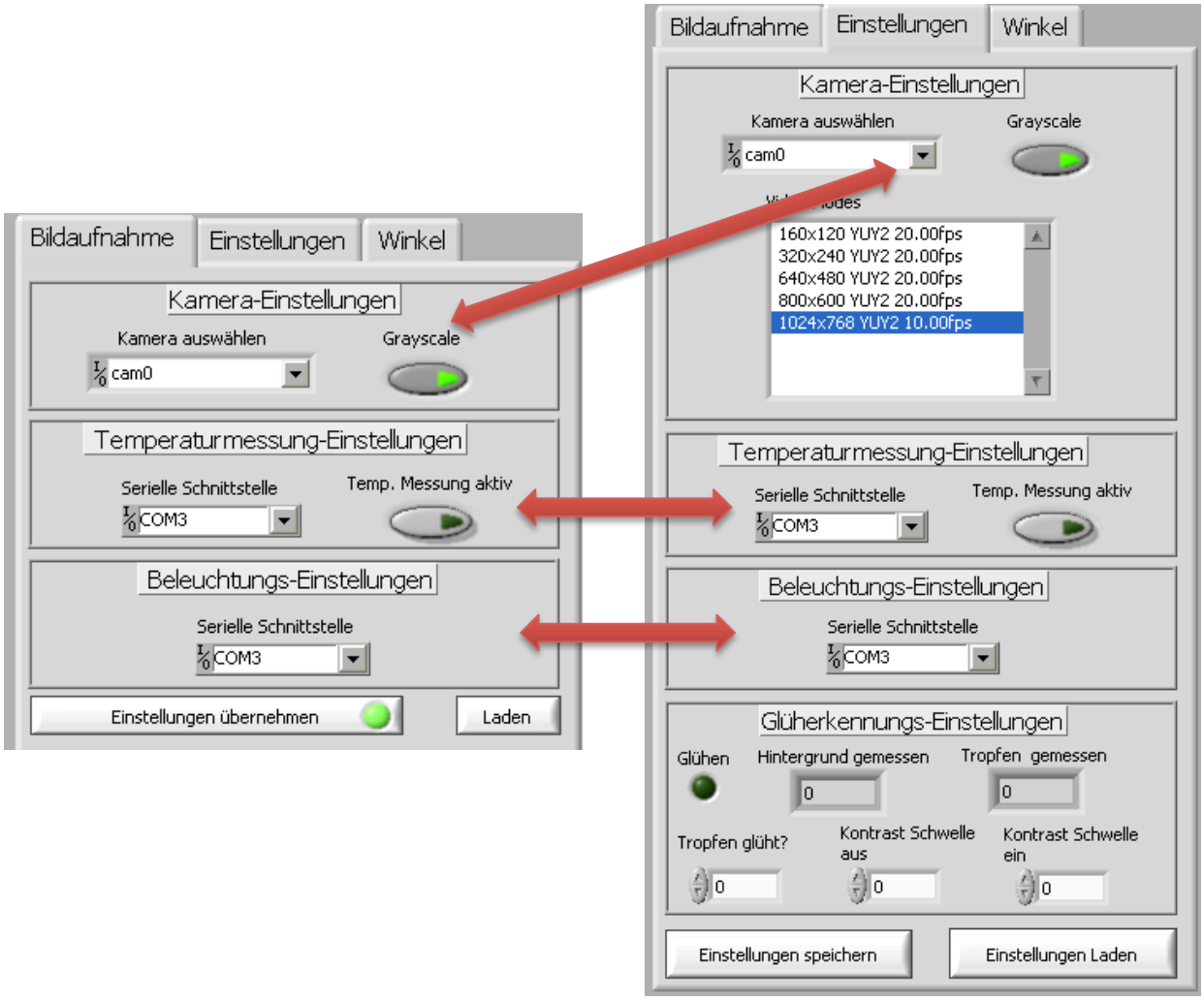


Abbildung 5-36 Einstellungs-Übersicht

Die Einstellungen werden grundsätzlich aus dem Tab „Bildaufnahme“ übernommen, da der Tab „Einstellungen“ im Laufe der Zeit hinzu programmiert wurde. Sobald eine Einstellung verändert wird, wird diese auf die Kopie der Variable und umgekehrt übertragen.
Dadurch wird sichergestellt, dass die Einstellungen in beiden Tabs die gleichen Werte haben.

5.4.2. Einstellungen speichern

Es werden hierbei nur die Einstellungen des Tabs „Einstellungen“ gespeichert, da die Einstellungen dieses Tabs, den exakt gleichen Wert wie die identen Einstellungen im Tab „Bildaufnahme“ besitzen.

Der nachfolgende Programmcode wird ausgeführt, wenn man auf den Button „Einstellungen speichern“ im „Einstellungen“ Tab der Benutzeroberfläche klickt.

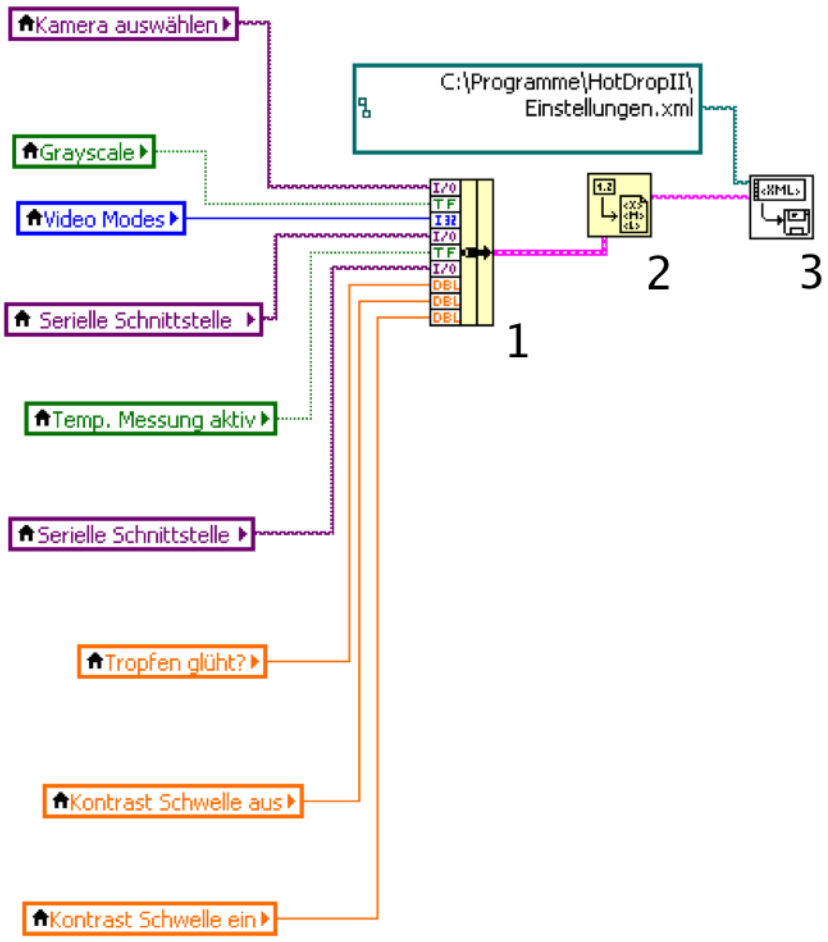


Abbildung 5-37 Einstellungen speichern

1. Die einzelnen Werte aller eingestellten Einstellungen werden links im Bild ausgelesen und mit dem Funktionsblock „Bündeln“ in ein Cluster umgewandelt, da es viel aufwändiger wäre, die Einstellungen einzeln hintereinander in ein File zu speichern. Daher wird zuerst ein Cluster erstellt, um dieses in einen XML-String umwandeln zu können. Dieser String kann dann leicht abgespeichert werden.

2. Das Cluster wird in diesem Block in einen XML-String konvertiert, der dann abgespeichert werden kann.
3. Der XML-String wird nun als XML-File unter dem Programmpfad mit dem Namen “Einstellungen.xml" (Türkis) gespeichert.

5.4.3. Einstellungen laden

Beim Laden der Einstellungen wird das gespeicherte XML-File geöffnet, die Einstellungsdaten entnommen und in alle Einstellungsvariablen geschrieben.
Da manche Einstellungsvariablen, wie im Punkt „Einstellungen allgemein“ beschrieben, doppelt existieren, werden manche Einstellungen in zwei identische Variablen geschrieben, da diese die zwei gleichnamigen Einstellungen in den Tabs „Bildaufnahme“ und „Einstellungen“ darstellen:

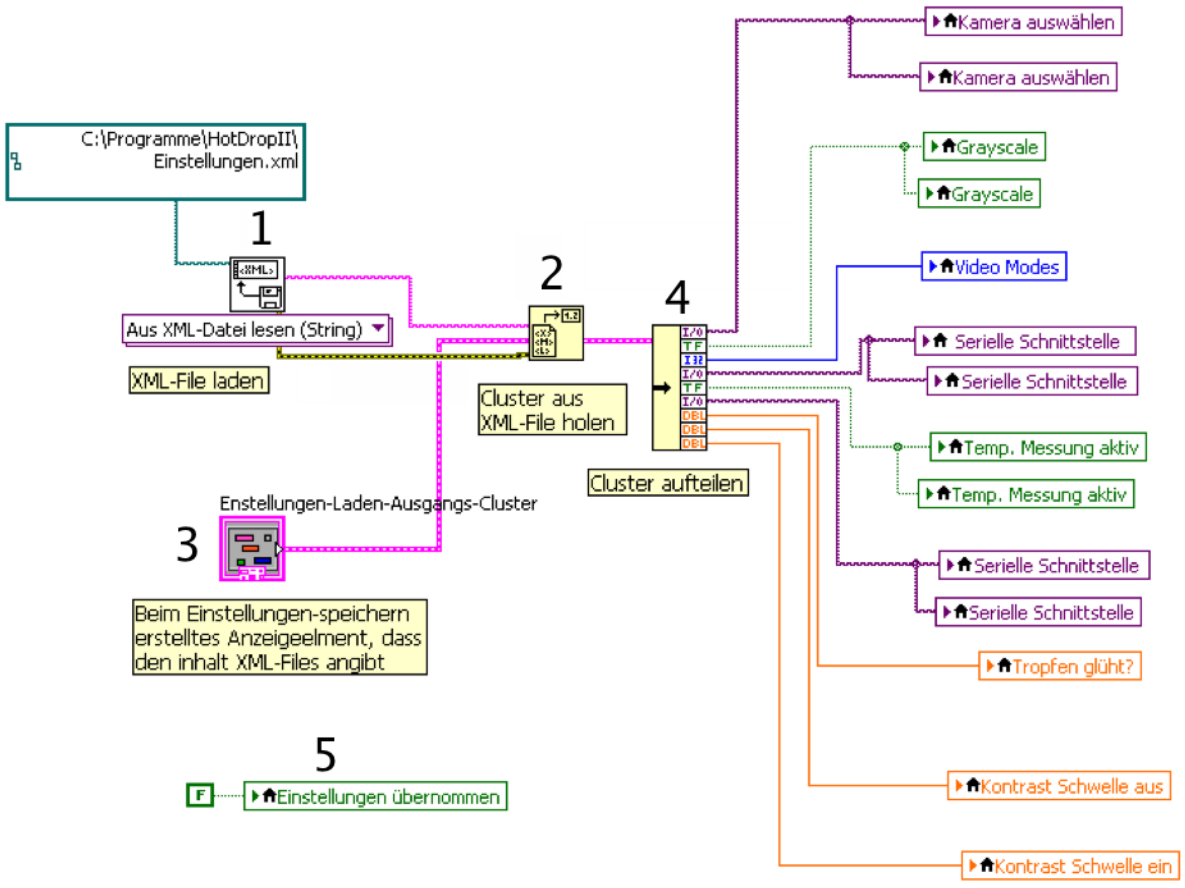


Abbildung 5-38 Einstellungen laden

1. Oben links bei „XML-File laden“ wird die gespeicherte XML-Datei aus dem Programmpfad (Türkis) geladen und als XML-String an den nächsten Block weitergegeben.

2. Dieser Funktionsblock wandelt den XML-String in den angegeben Datentyp um. In diesem Fall ist der Typ ein Cluster, der die Einstellungen enthält. Den Typ gibt der Rosa gefärbte Block „Einstellungen-Laden-Ausgangs-Cluster“ an und wurde beim programmieren von „Einstellungen speichern“ erstellt

3. Dieser Block ist ein Anzeigeelement und gibt an welche Datentypen im XML-File gespeichert wurden.
   Der Block wurde folgendermaßen beim Programmieren von „Einstellungen speichern“ erstellt:

Es wurde ein Rechtsklick auf die Cluster-Leitung hinter dem bündeln-Block gemacht und dann auf Erstellen -> Anzeigeelement geklickt. Der so generierte Anzeigeblock enthält den Cluster-Datentyp und wurde dann in das „Einstellungen laden“ Programm eingefügt.

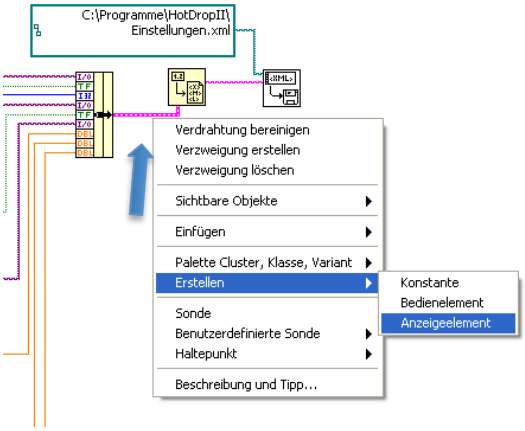


Abbildung 5-39 erstellen des Ausgangscluster in Einstellungen speichern

4. Nun wird der erhaltene Cluster wieder aufgeteilt,
   um die gespeicherten Einstellungs-Werte zu erhalten
   Diese Werte werden dann in die Variablen aller Einstellungen geschrieben. Dabei werden manche Einstellungen in zwei identische Variablen geschrieben, da diese die zwei gleichnamigen Einstellungen in den Tabs „Bildaufnahme“ und „Einstellungen“ darstellen.

5. Einstellungen übernommen auf „False“ setzen, um das Programm für die Bildaufnahme zu stoppen und den Benutzer dazu zu zwingen, die Einstellungen erneut zu übernehmen.

5.5. Einzeichnen der Linien

Die Linien werden immer dann neu eingezeichnet wenn auf dem Userinterface der Button „Linien neu einzeichnen“ angeklickt wird. Dabei werde die Linien immer an dieselbe Position gesetzt und können dann mit der Maus verändert werden.
Dies dient dazu die Linien wieder auf den Display sichtbar zu machen falls sie durch eine fasche automatische Erkennung nicht mehr auf dem Display angezeigt werden.

5.5.1. Programmcode

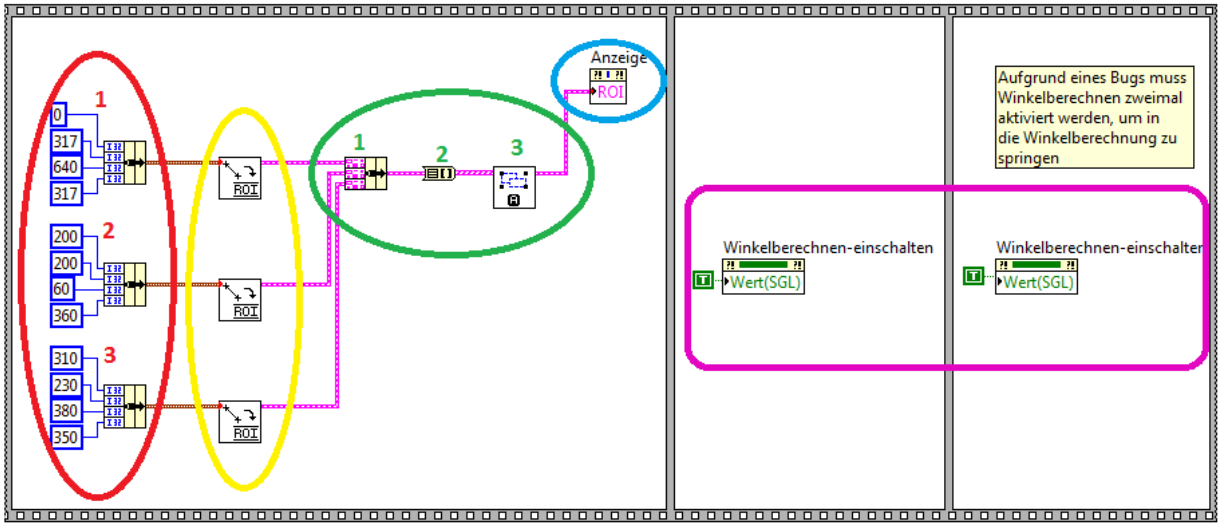


Abbildung 5-40 Neu einzeichnen der Linien

Koordinaten:
In diesem Bereich werden die Koordinaten des Anfangs- und Endpunktes der Linien definiert.
1. Koordinaten der Linie die an die Oberfläche des Testobjektes angelegt wird.
2. Koordinaten der Linien die Links an den Tropfen angelegt wird.
3. Koordinaten der Linie die Rechts an den Tropfen angelegt wird.
Mit der Funktion „Bündeln“ werden aus den Koordinaten 3 Cluster erzeugt.
Jeweils ein Cluster für jede Linie.

In ROI umwandeln:
Mit den Blöcken „IMAQ Convert Line to ROI VI“ werden die Linieninformationen in ROI umgewandelt.

ROI zusammenfügen:
In diesem Bereich werden die einzelnen ROI Informationen zu einem ROI zusammengefügt.
1. Mit der Funktion „Bündeln“ werden als erstes alle Informationen zu einem Cluster zusammengefügt.
2. Als nächstes wird mit der Funktion „Cluster nach Array“ aus den Cluster ein Array erstellt.
3. Hier wird mit dem VI „IMAQ Group ROIs VI“ aus dem Array von ROI eine einzige ROI erzeugt.

Auf Anzeige Ausgeben:
Hier wird die vorher erzeugte ROI auf die Anzeige ausgegeben.
Dazu werden mit dem Eigenschaftsknotern die ROI Eigenschaften der Anzeige verändert.

Aktivierten der Winkelberechnung:

Hier wird die Winkelberechnung aktiviert. Über den Eigenschaftsknoten wird „True“ als signalisierender Wert an „Winkelberechnung-einschalten“ übergeben. Aus einem uns nicht ersichtlichen Grund muss dies zweimal durchgeführt werden um einen Effekt zu haben.

5.6. Berechnung der Winkel

5.6.1. Allgemeines

Die Winkelberechnung wird immer dann ausgeführt wenn auf der Anzeige eine Mausbewegung erkannt, ein Bild neu geladen oder auf den Button „Linien einzeichnen“ oder „Automatisch“ geklickt wird.

5.6.2. Auslesen der Linieninformationen

Um die Kontaktwinkel berechnen zu können müssen die Informationen der auf der Anzeige platzierten Linien ausgelesen werden.

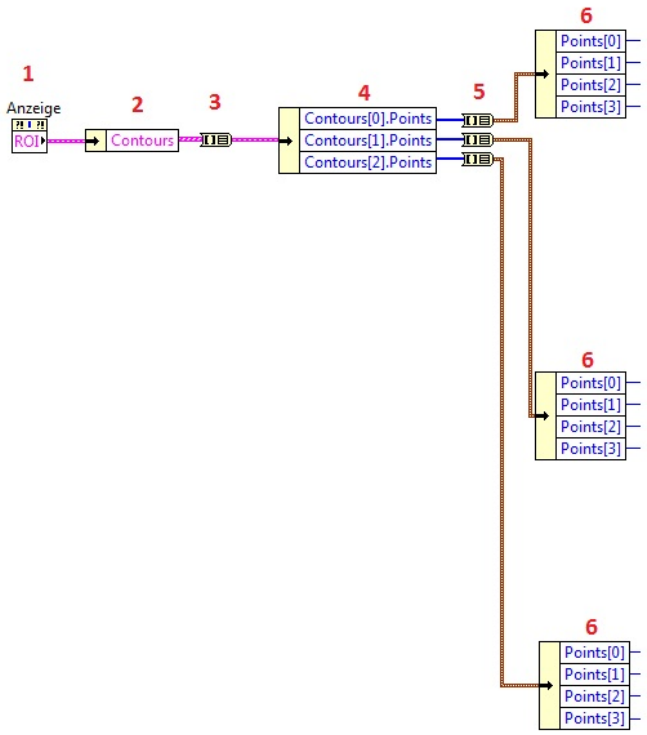


Abbildung 5-41 - Linieninformationen von Anzeige auslesen

1. Mit dem „Eigenschaftsknoten“ werden die ROI Informationen der Anzeige ausgelesen.
2. Jetzt werden mit der Funktion „Nach Namen Aufschlüssen“ die gewünschten ROI Informationen herausgefiltert. In diesem Fall „Contours. Man erhält am Ausgang ein Array mit den Informationen aller Linien.
3. Als nächstes wird mit der Funktion „Array nach Cluster“ das im Schritt 2 erzeugte Array in ein Cluster umgewandelt.
4. Im Schritt 4 wird das Cluster mit der Funktion „Nach Namen aufschlüsseln“ in seine Bestandteile zerlegt. Man erhält 3 Arrays die die Information über die Lage der einzelnen Linien enthalten.
5. Jetzt wird wieder mit der Funktion „Array nach Cluster“ ein Cluster aus den Arrays erzeugt.
6. Im Letzten Schritt werden die 3 Cluster zerlegt. Man erhält die Anfangs- und Endkoordinaten der Eingezeichneten Linien.

5.6.3. Berechnung

Zum Berechnen der Winkel werde die Koordinaten der Anfangs- und Endpunkte der eingezeichneten Linien verwendet.

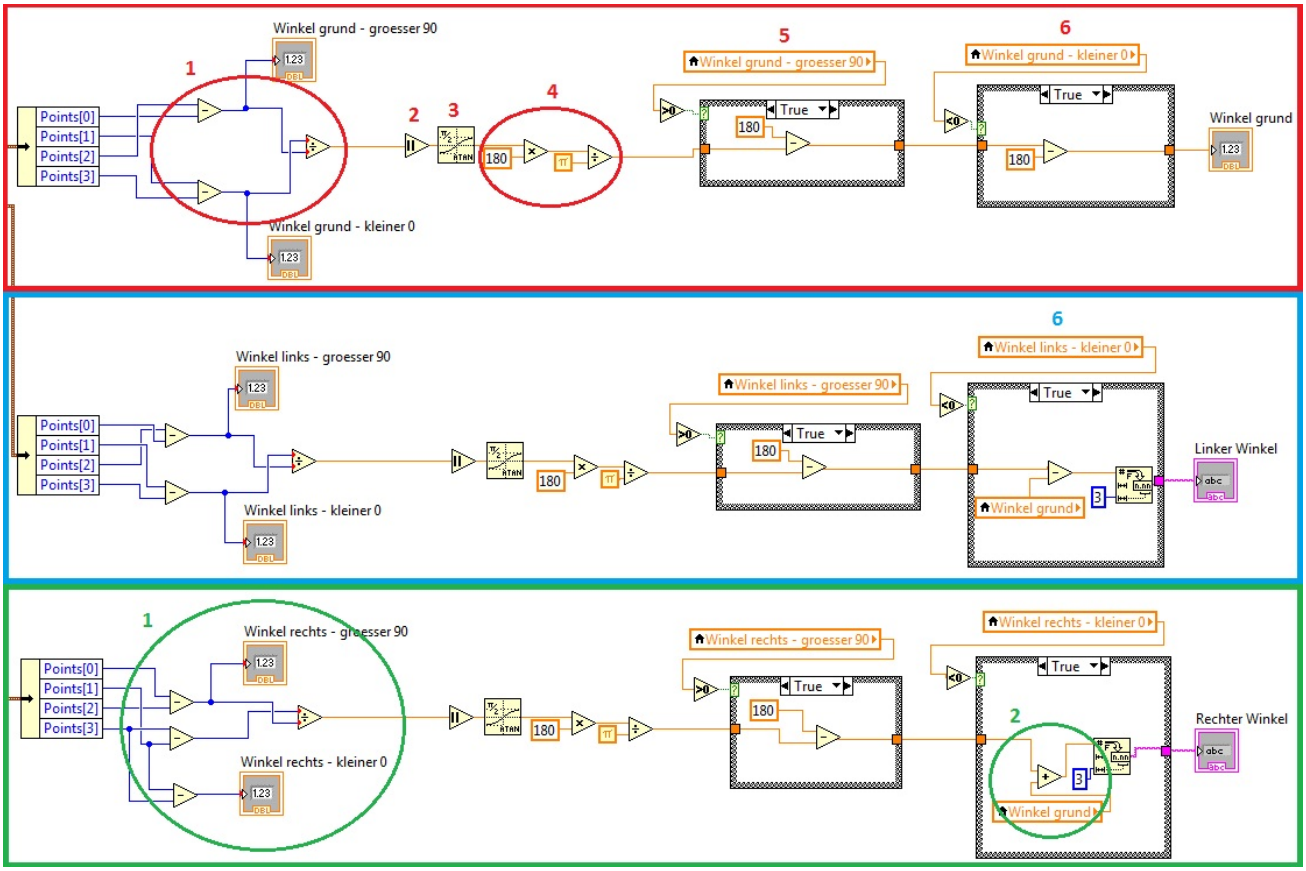


Abbildung 5-42 - Berechnung der Kontaktwinkel

Die Berechnung des Winkels erfolgt mit der Formel $\alpha = \arctan(k)$

Berechnung Winkel Grundlinie:

1. Zur Berechnung des Winkels wird als erstes die Steigung der Linie bestimmt. Das erfolgt mit der Formel $k = \frac{\Delta y}{\Delta x}$.
Die Werte Δy und Δx werden an „Winkel grund - groesser 0“ und „Winkel grund – kleiner 0“ übergeben. Diese Werte werden später benötigt um den Winkel korrekt bestimmen zu können.

2. Im nächsten Schritt wird der Betrag gebildet. Nun hat man nur noch positive Steigungen.

3. Dann wird der Arcus-Tanges der Steigung berechnet. Man erhält den Winkel in Radiant.

4. Als nächstes wird mit $\frac{180}{\pi}$ multipliziert um den Winkel in Grad zu erhalten.

5. Ist der Winkel größer als 90 Grad wird das Ergebnis der Berechnung von 180 abgezogen um den richtigen Winkel zu erhalten. Für die Entscheidung ob der Winkel kleiner oder größer als 90 Grad ist wird die im Punkt 1 erwähnte Variable „Winkel grund – groesser 90“ herangezogen.

6. Ist der Winkel kleiner als 0 wird von dem Ergebnis 180 abgezogen um den richtigen Winkel zu erhalten. Ist er größer 0 wird ebenfalls 180 abgezogen jedoch hinterher noch der Betrag gebildet. Hier wird die im Punkt 1 erwähnte Variable „Winkel grund – kleiner 0“ für die Entscheidung ob der Winkel größer oder kleiner 0 ist verwendet.

Berechnung Winkel Links:

Die Schritte 1 bis 5 der Berechnung sind identisch mit der oben beschriebenen Berechnung des Winkels der Grundlinie.

6. Liegt der Winkel zwischen 0 und 180 wird der Winkel der Grundlinie vom Winkel der angelegten Linie abgezogen um das richtige Ergebnis zu erhalten. Ist der Winkel Größer als 180 oder kleiner als 0 wird „ERROR“ auf die Anzeige ausgegeben. Mit der Funktion „Zahl nach String“ wird der berechnete Winkel in einen String umgewandelt.

Berechnung Winkel Rechts:

Die Berechnung des rechten Winkels ist bis auf ein paar kleine Unterschiede identisch mit der Berechnung des Linken Winkels.

Unterschiede:

1.Bei der Berechnung von Δy und Δx werden die Koordinaten in umgekehrter Reihenfolge verwendet. Deshalb wird eine zusätzliche Berechnung für den Wert der angibt ob der Winkel kleiner 0 ist benötigt.

2.Der Winkel der Grundlinie wird nicht von berechneten Winkel abgezogen sondern dazugerechnet.

5.7. Speichern und Laden der Bilder und Linien

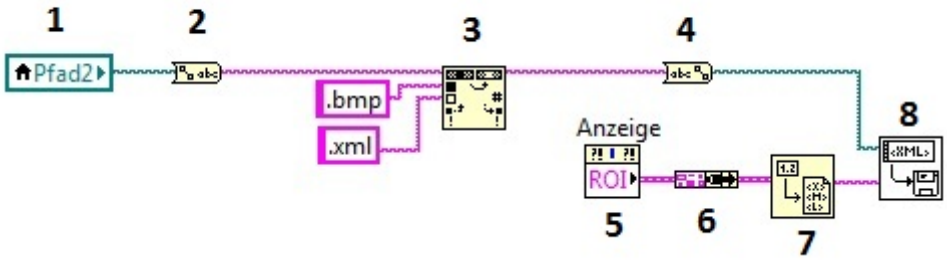
In diesem Kapitel wird beschrieben wie das Abspeichern und Laden von Linieninformationen und Bildern funktioniert.

5.7.1. Speichern der Linieninformationen

5.7.1.1. Allgemeines

Diese Aktion wird ausgeführt wenn auf dem Userinterface der Button „Bild Speichern“ angeklickt wird. Beim Speichern der Linieninformationen wird zusätzlich zu der vorhandenen Bilddatei eine XML Datei erstellt die die Linieninformationen enthält.

5.7.1.2. Programmcode



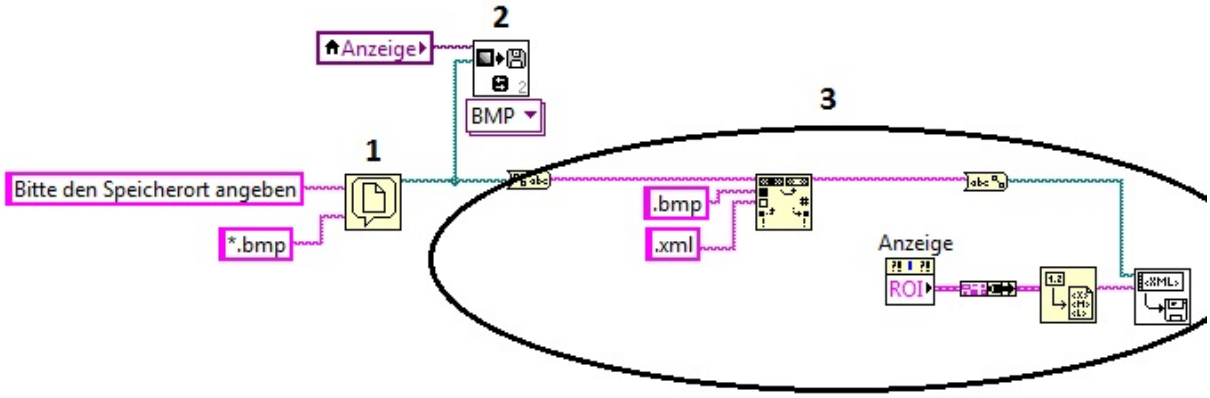
1. „Pfad2“ enthält den aktuellen Pfad des angezeigten Bildes.
2. Mit der Funktion „Pfad nach String“ wird der Pfad in einen String umgewandelt.
3. Mit der Funktion „String suchen und ersetzen“ wird in dem String die Endung „.bmp“ gesucht und durch die Endung „.xml“ ersetzt.
4. Im nächsten Schritt wird mit der Funktion „String nach Pfad“ der vorher geänderte String wieder in einen Pfad umgewandelt. So erhält man den Pfad der XML Datei.
5. Mit dem Eigenschaftsknoten werden die ROI Informationen aus der Anzeige ausgelesen.
6. Hier werden die ausgelesenen ROI Informationen mit der Funktion „ Bündeln“ zu einem Cluster zusammengefügt.
7. Mit der Funktion „In XML konvertieren“ wird jetzt das Cluster in einen XML String konvertiert.
8. Das VI „In XML-Datei schreiben“ speichert die erstellte XML Datei unter dem vorher erstellten Pfad ab.

5.7.2. Bild neu abspeichern

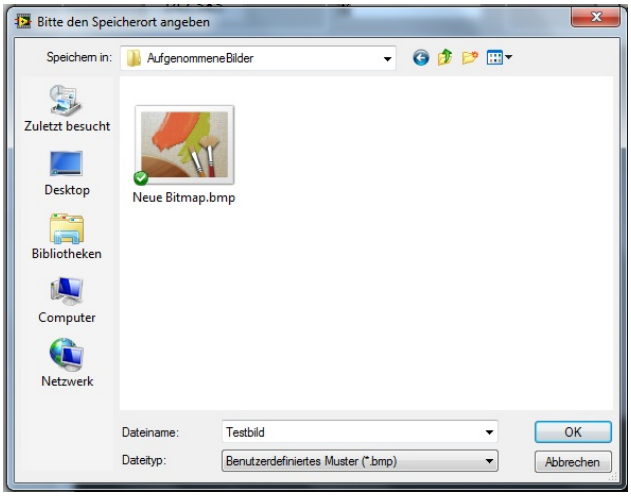
5.7.2.1. Allgemeines

Dieser Code wird ausgeführt wenn auf dem Userinterface der Button „Bild speichern unter …“ angeklickt wird.
Wird das Bild unter einem neuen Namen gespeichert wird auch eine neue XML Datei für das Bild angelegt die die Informationen der Linien enthält.

5.7.2.2. Programmcode



1. Mit dem VI „Dateidialog“ wird ein Fenster aufgerufen das den Benutzer auffordert den neuen Speicherort und den Namen des Bildes anzugeben.



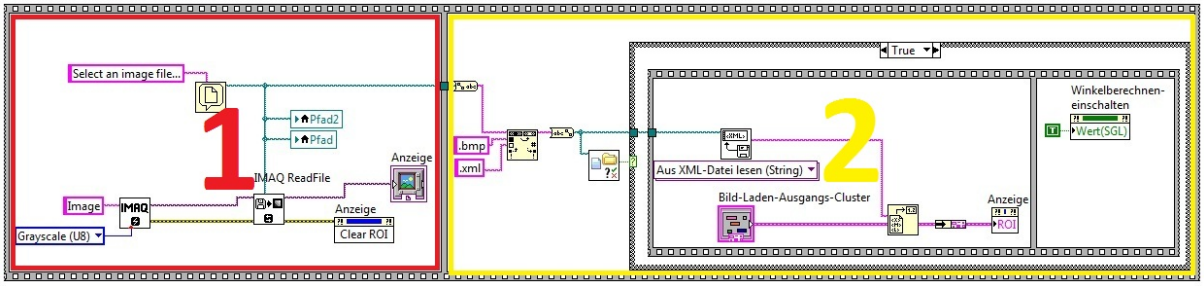
2. Mit dem VI „IMAQ Write BMP File 2“ wird das Bild von der Anzeige ausgelesen und unter dem ausgewählten Pfad als .bmp abgespeichert.
3. Die Speicherung der Linieninformationen wurde bereits in Punkt 5.1.6. beschrieben.

5.7.3. Laden von Bildern und Linieninformationen

5.7.3.1. Allgemeines

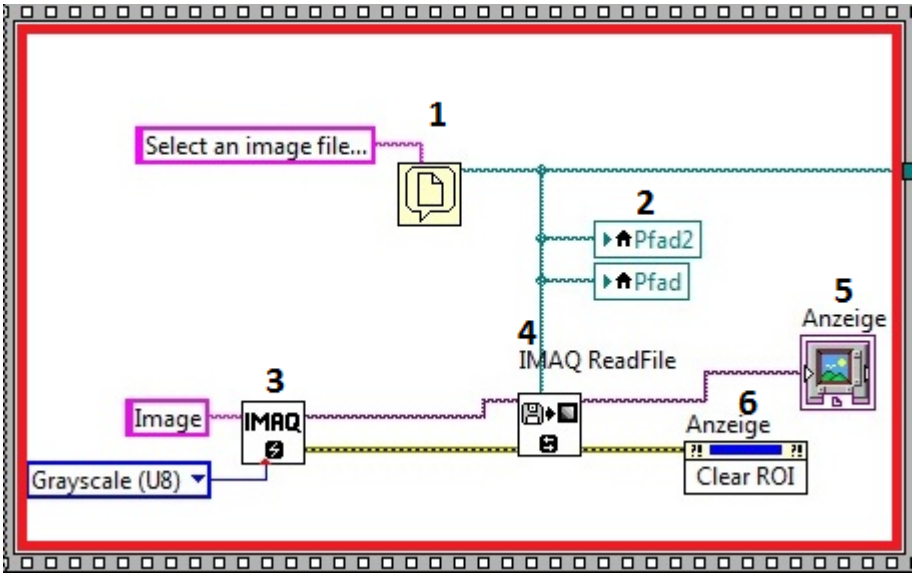
Dieser Teil des Programmes wird ausgeführt wenn man auf dem Userinterface den Button „Bild Laden“ anklickt. Beim Laden wird das Bild und, wenn vorhanden, die an den Tropfen und die Oberfläche angelegten Linien geladen und auf der Anzeige ausgegeben.

5.7.3.2. Programmcode



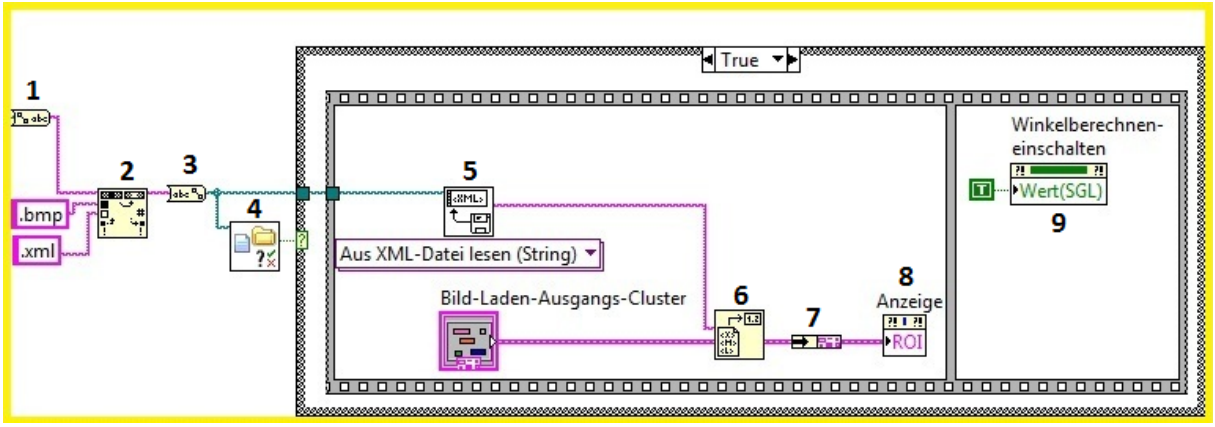
Teil 1 und 2 des Codes befinden sich in einer Ablaufstruktur und werden daher nacheinander abgearbeitet.

Teil1: Auswahl Pfad/ Laden Bild:



1. Mit diesem VI „Dateidialog“ wird ein Fester geöffnet das den Benutzer auffordert das gewünschte Bild auszuwählen. Das VI Liefert am Ausgang den Pfad zurück.
2. Der Pfad String wird in die Variablen Pfad und Pfad2 gespeichert.
3. Mit dem VI „IMAQ Create“ wird ein temporärer Speicherort für das Bild erstellt.
4. Als nächstes wird mit dem VI „IMAQ ReadFile“ das ausgewählte Bild geladen.
5. Mit diesem Block wird das Bild auf die Anzeige ausgegeben.
6. Mit dem Methodenknoten werden alle ROI Informationen, die sich eventuell noch auf der Anzeige befinden, gelöscht.

Teil2: Laden der Linieninformationen:



1. Mit der Funktion „Pfad nach String“ wird der im Teil1 ausgewählte Pfad in einen String umgewandelt.
2. Mit der Funktion „String suchen und ersetzen“ wird in dem Pfad-String die Endung „.bmp“ gesucht und durch die Endung „.xml“ ersetzt. So erhält man den Pfad für die XML Datei.
3. Mit der Funktion „Pfad nach String“ wird der veränderte String wieder in einen Pfad umgewandelt.
4. Mit dem VI „Prüfen ob Datei oder Ordner existiert“ wird überprüft ob für das Bild ein XML File angelegt wurde. Existiert keine XML Datei werden die weiteren Punkte nicht ausgeführt.
5. Ist eine XML Datei vorhanden werden die Daten mit dem VI „Aus XML-Datei lesen“ ausgelesen.
6. Mit dem VI „Aus XML zurückkonvertieren“ werden die ausgelesenen Daten wieder in ein Cluster umgewandelt. Dieses Cluster enthält nun die Linieninformationen.
7. Mit der Funktion „Aufschlüsseln“ werden die benötigten Linieninformationen aus dem Cluster herausgeholt.
8. Mit dem Eigenschaftsknoten werden die Linieninformationen auf die Anzeige ausgegeben.

9. Mit diesem Eigenschaftsknoten wird der Programmteil der für die Berechnung der Winkel zuständig ist aktiviert.

6. Bildverarbeitung

6.1. NI Vision

Zur Auswertung der aufgenommenen Bilder wurde das Zusatzpaket NI Vision von National Instruments verwendet. NI Vision enthält eine Vielzahl von Funktionen für Bildverarbeitung.
Für diese Diplomarbeit waren besonders die Funktionen zur Erkennung und zur Bestimmung der Form und Lage von Objekten sowie das Messen der Helligkeit relevant.

6.1.1. ROI

In den folgenden Abschnitten kommt immer wieder die Abkürzung ROI vor.
ROI bedeutet “region of interest“ oder auf Deutsch „Bereich des Interesses“. Die ROI ist der Bereich des Bildes auf den die Bildanalyse angewendet wird

6.1.2. NI Vision Assistent

6.1.2.1. Allgemeines

Mit dem NI Vision Assistenten können relativ einfach Skripte zur Bildverarbeitung erstellt werden. Um ein Skript zu erstellen werden verschiedene Blöcke kombiniert die jeweils eine Funktion haben. Ein großer Vorteil des NI Vision Assistenten ist, dass die Ergebnisse gleich sichtbar sind. So können auch unerfahrene Benutzer schnell Ergebnisse erzielen.
Ist das Skript fertig kann aus ihm ein LabVIEW VI generiert werden.

6.1.2.2. Bedienung

Startet man das Programm erscheint als erstes folgendes Fester:

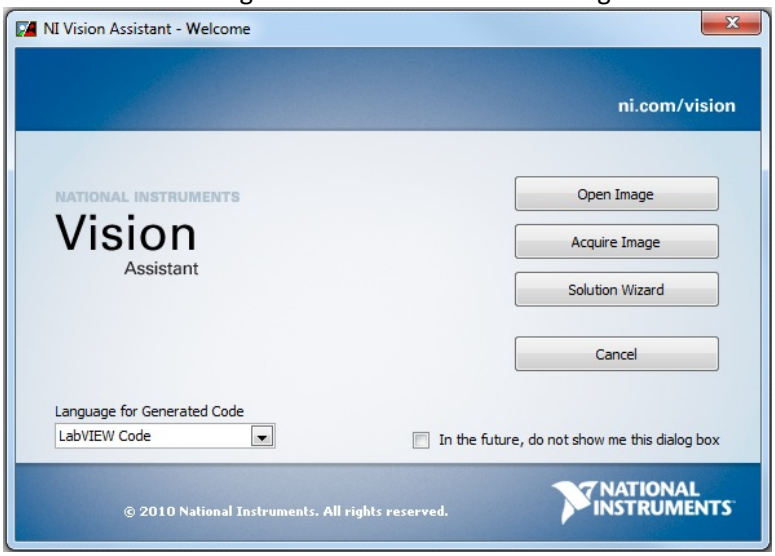


Abbildung 6-1 - Startbildschirm NI Vision

Auswahlmöglichkeiten:

- Open Image: Hier können bereits auf dem Computer abgespeicherte Bilder verarbeitet werden.
- Acquire Image: Hier kann ein Bild das von einer am PC angeschlossenen Kamera aufgenommen wird verarbeitet werden.
- Solution Wizard: Der Solution Wizard enthält fertige Skripte für verschiedenste Aufgabestellungen.

Wählt man Open Image wird man aufgefordert ein Bild auszuwählen das bearbeitet werden soll. In unserem Fall das Bild eines Tropfens.

Danach gelangt man zur Benutzeroberfläche:

Abbildung 6-2 - Benutzeroberfläche NI Vision

Image Browser:

Hat man mehrere Bilder kann in diesem Bereich zwischen den verschiedenen Bildern gewechselt werden. Mit Hilfe der ersten 4 Pfeilknöpfe kann das gewünschte Bild gesucht werden. Dazu wird eine kleine Voransicht angezeigt. Klickt man auf den letzten Knopf wird das angezeigt Bild zum aktiven Bild gemacht und im blauen Bereich angezeigt. Um mehrere Bilder hinzuzufügen klickt man auf „Browse Image“ (rechts oben mit „1“ markiert).

Funktionspaletten:

In diesem Bereich sind die Funktionen zur Bildverarbeitung aufgelistet.
Macht man einen Doppelklick auf eine Funktion kann man die Einstellungen vornehmen. Klickt man dann auf „OK“ wird sie zum grünen Bereich hinzugefügt. Hierbei ist zu beachten, dass nicht alle Funktionen mit allen Bildtypen kompatibel sind.
Es wird zwischen den Bildtypen „Color“, „Grayscale“ und“ Binary“ unterschieden. Für jeden dieser Bildtypen gibt es eine eigene Funktionspalette.

Auflistung der Funktionen:

Im grünen Bereich werden die Bildverarbeitungsfunktionen angezeigt die ausgewählt wurden.
Hier können auch Skripte gespeichert und geladen werden. Wählt man eine Funktion an, indem man sie anklickt, wird im Blauen Bereich angezeigt wie das Bild nach dem anwenden der Funktion aussieht. Mit einem Doppelklick auf eine Funktion gelangt man zu den Einstellungen.

Vorschau:

In diesem Bereich wird angezeigt wie das Bild nach der ausgewählten Funktion aussieht.

6.1.2.3. Winkelerkennungsskript

In diesem Abschnitt werden die, für das Script zur Winkelerkennung verwendeten, Funktionen beschrieben.

Find Straight Edge:

Mit der Funktion „Find Straight Edge“ wird bestimmt, wo die Oberfläche des Testobjektes ist. Das grüne Viereck ist die ROI. Die rote Linie gibt an wo die Oberfläche erkannt wurde.

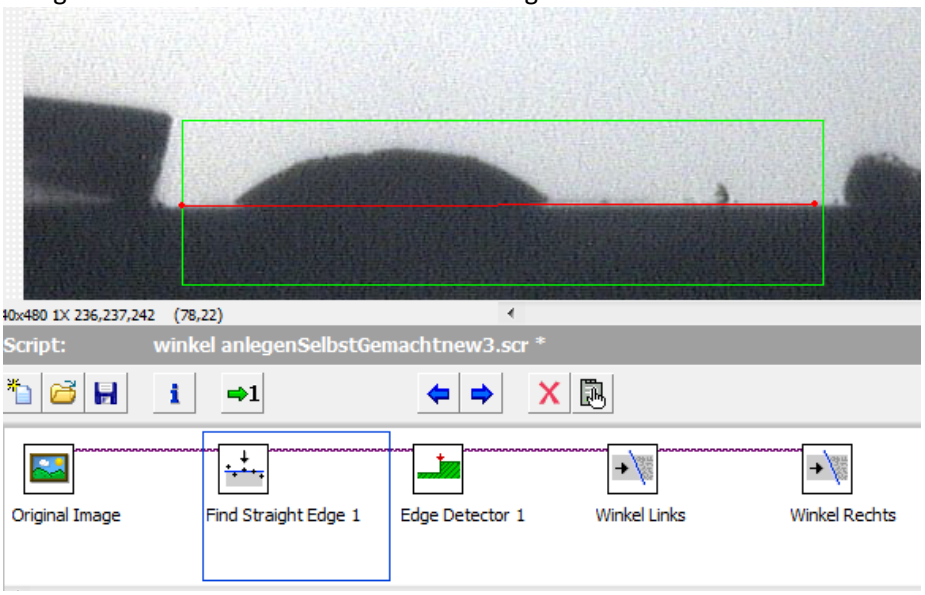


Abbildung 6-3 - NI Vision Find Straight Edge

Macht man einen Doppelklick auf die Funktion werden nähere Informationen angezeigt.

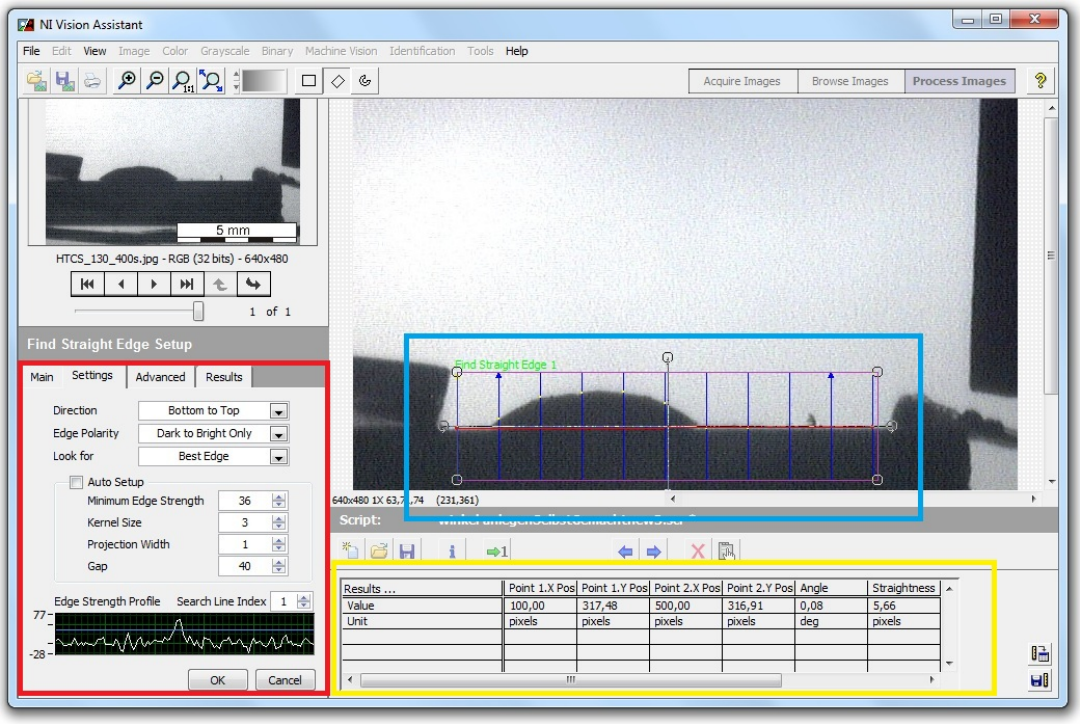


Abbildung 6-4 - NI Vision Find Straight Edge nähere Informationen

Setup:
In diesem Bereich können die Einstellungen vorgenommen werden.
Hier wurde eingestellt, dass von unten nach oben nach der Kante gesucht werden soll. Außerdem, dass nur Kanten von Dunkel nach Hell relevant sind und, dass von allen gefundenen Kanten nur die beste angezeigt werden soll.

Messergebnisse:
In diesem Bereich werden die Ergebnisse der Messung angezeigt. In diesem Fall werden die Anfangs und Endkoordinaten der Linie, die vom Programm an die Oberfläche des Testobjektes angelegt wird ausgegeben.

ROI:
In diesem Bereich kann die ROI festgelegt werden. Dazu wird einfach mit der Maus die Größe und Position des Rechtecks verändert.

Edge Detector:
Mit der Funktion „Edge Detector“ werden die Kanten des Tropfes erkannt und mit kleinen grünen Vierecken markiert.

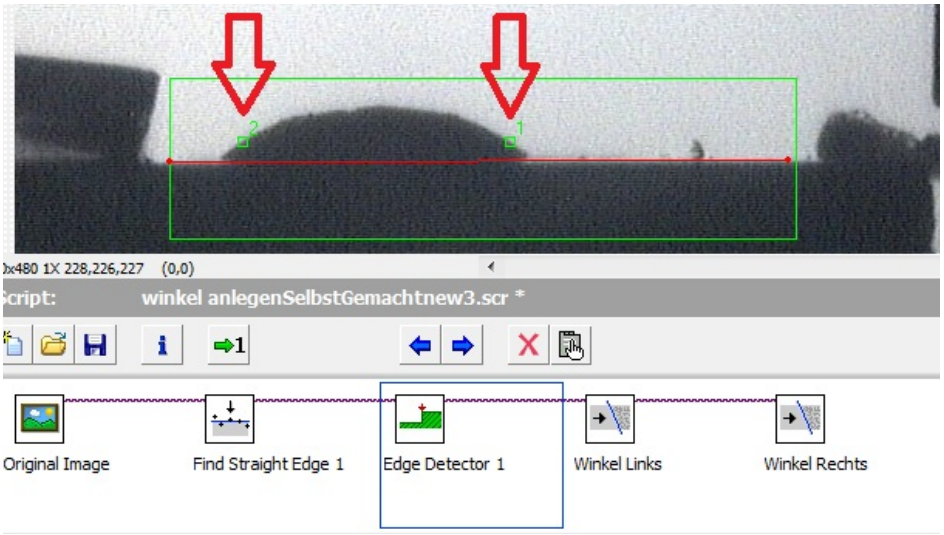


Abbildung 6-5 - NI Vision Edge Detector

Macht man einen Doppelklick auf die Funktion werden nähere Informationen angezeigt.

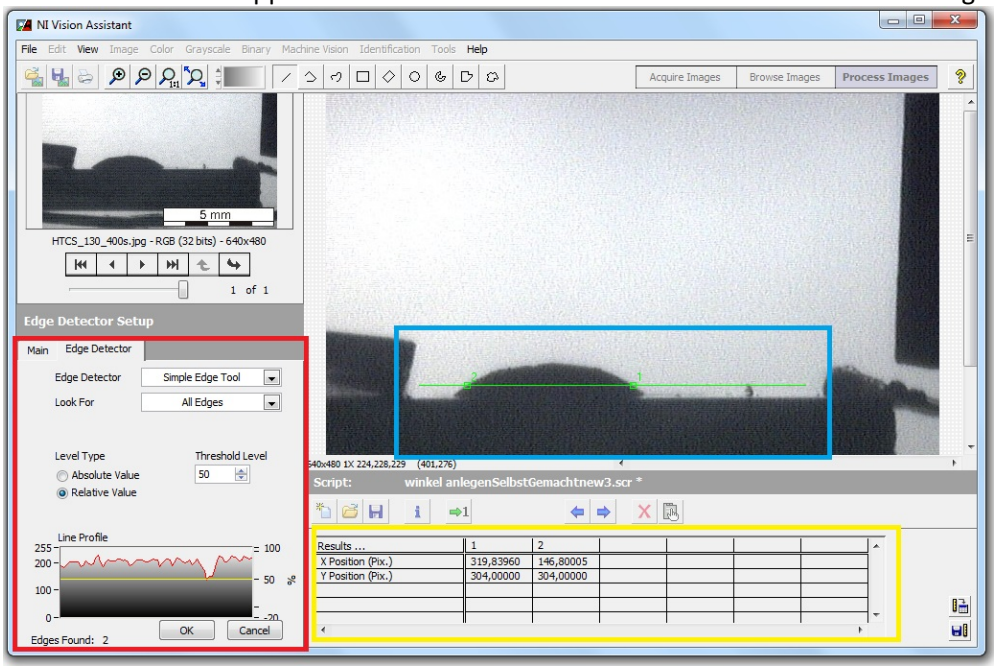


Abbildung 6-6 - NI Vision Edge Detector nähere Informationen

Einstellungen:
In diesem Bereich können die Einstellungen vorgenommen werden.
Hier wurde eingestellt, dass das Simple Edge Tool verwendet und, dass die Auswertung mit einem relativen Level geschehen soll. Wird ein absoluter Level eingestellt so kann es zu Problemen kommen wenn sich die Lichtverhältnisse ändern.

Messergebnisse:
In diesem Bereich werden die Ergebnisse der Messung angezeigt. In diesem Fall werden die Koordinaten der beiden entdeckten Kanten ausgegeben.

ROI:
In diesem Bereich wird die Linie festgelegt entlang der nach Kanten gesucht werden soll. Die Linie kann einfach mit Hilfe der Maus verändert und positioniert werden.

Adv. Straight Edge:

Mit dieser Funktion wird der Kontaktwinkel des Tropfens bestimmt.
Die Funktionen wurden im Script „Winkel Links“ und „Winkel Rechts“ getauft.

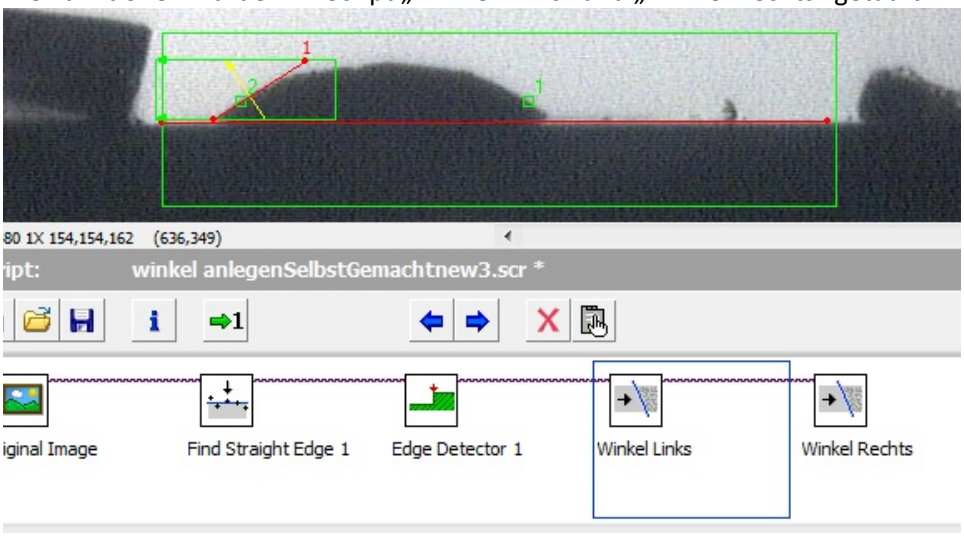


Abbildung 6-7 - NI Vision Adv. Straight Edge

Macht man einen Doppelklick auf die Funktion werden nähere Informationen angezeigt.

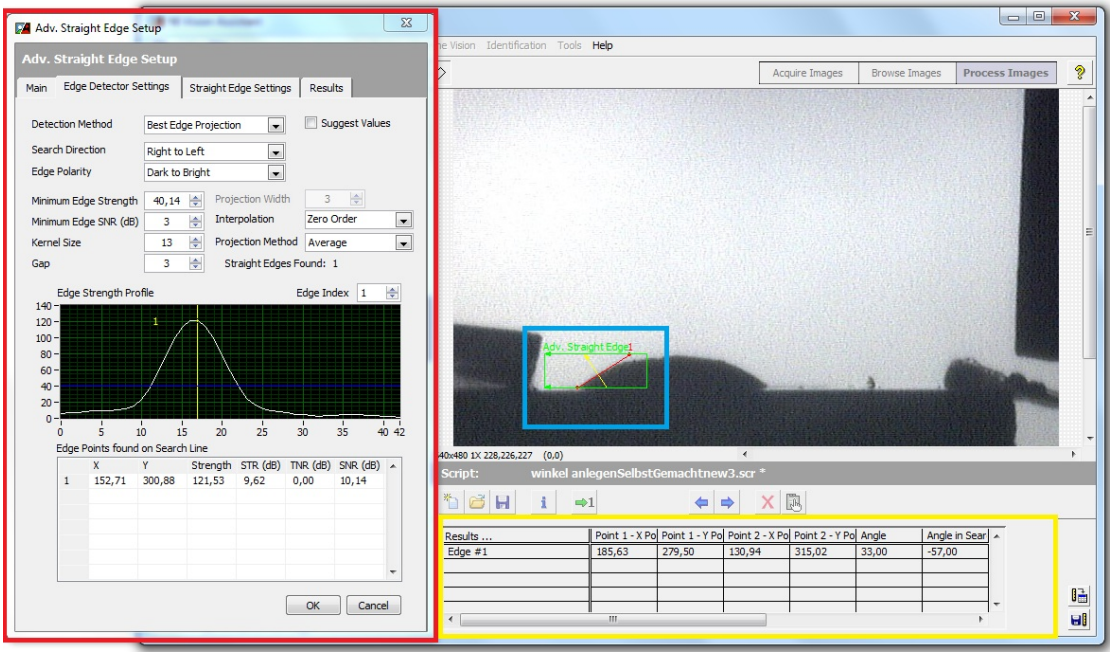


Abbildung 6-8 - NI Vision Adv. Straight Edge nähere Informationen

Einstellungen:

In diesem Fall öffnet sich für die Einstellungen ein zusätzliches Fenster.
Die wichtigsten Einstellungen hier sind:
Detection Mode: Best Edge Projection
Search Direction: Right to Left (für den rechten Winkel „Left to Right“)
Edge Polarity: Dark to Bright

Messergebnisse:

In diesem Bereich werden die Ergebnisse der Messung angezeigt. In diesem Fall werden die Koordinaten der Endpunkte der Linie die an den Tropen angelegt wird angegeben.

ROI:

In diesem Bereich kann die ROI festgelegt werden. Dazu wird mit der Maus die Größe und Position des Rechtecks verändert.

6.1.2.4. Script zum Erkennen von Glühen

In diesem Abschnitt wird näher auf das Skript eingegangen mit dem erkannt wird ob der Tropfen glüht und auf die einzelnen Funktionen die verwendet wurden.
Um die Helligkeit des Testobjektes und des Hintergrundes zu Messen wurde die Funktion „Measure“ verwendet. Diese Funktion liefert unter anderem Informationen über das hellste und das dunkelste Pixel in der ROI.

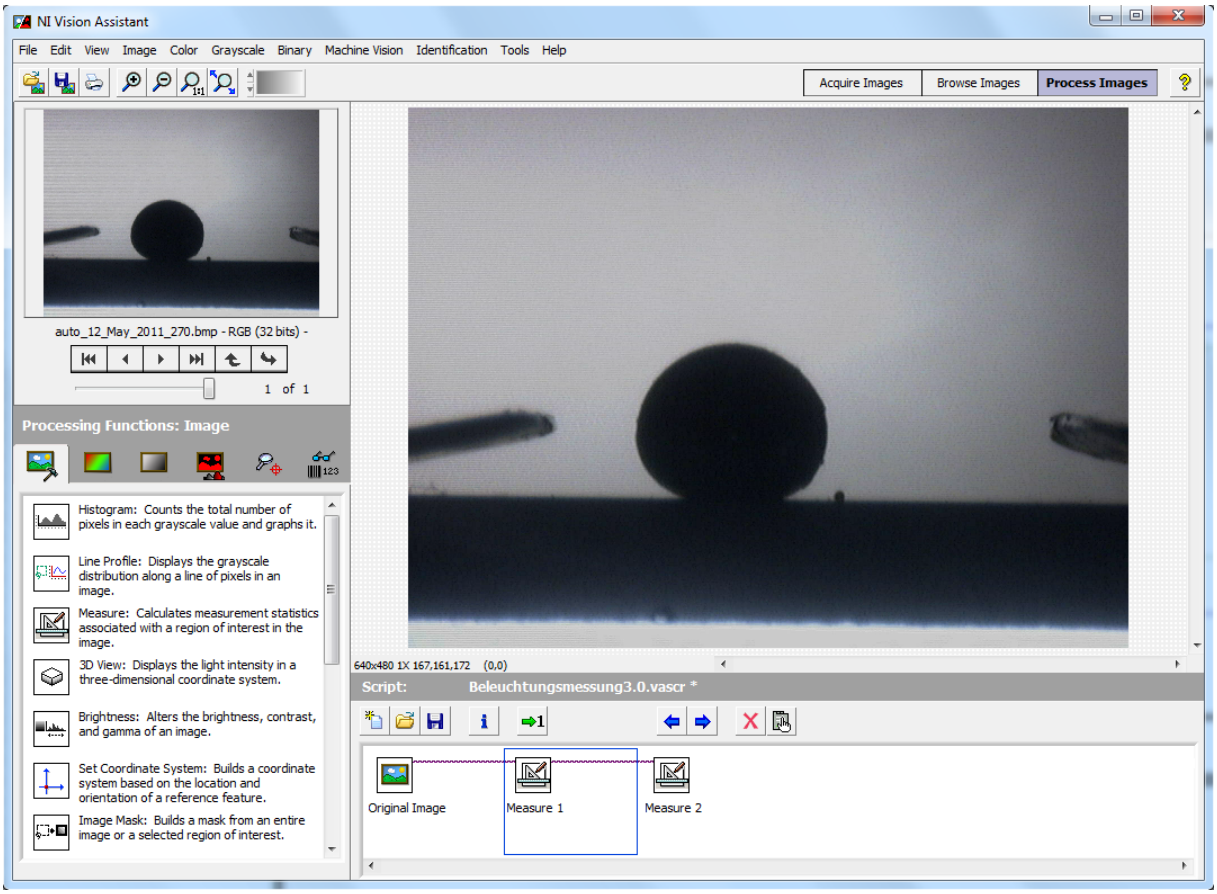


Abbildung 6-9 - NI Vision Measure Funktion

Es wurde jeweils eine „Masure“ Funktion für das Testobjekt und den Hintergrund verwendet.

Macht man einen Doppelklick auf den Funktionsblock werden nähere Informationen angezeigt.

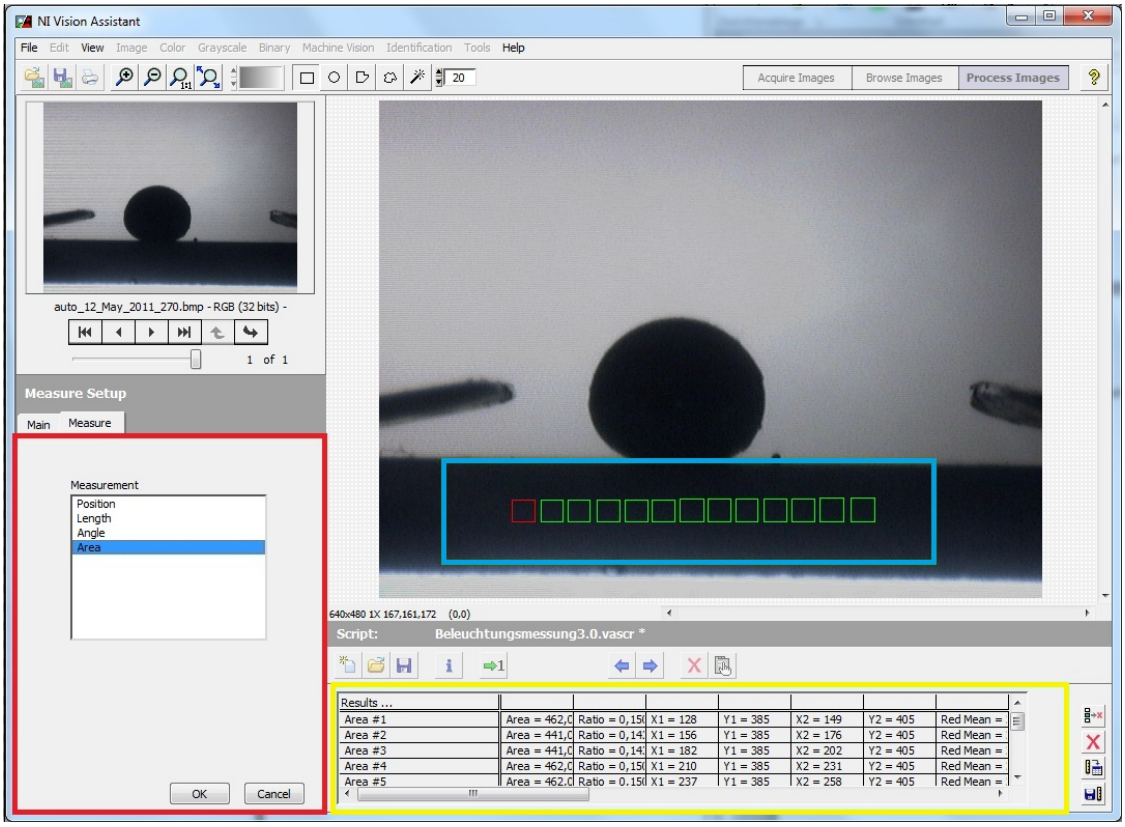


Abbildung 6-10 - NI Vision Glüherkennung Testobjekt nähere Informationen

Auswahl der Messmethode:
Hier kann ausgewählt werden was gemessen werden soll. Wählt man „Area“ werden alle wichtigen Informationen innerhalb der ROI bereitgestellt.
Messergebnisse:
Hier werden die Messergebnisse für die einzelnen Bereiche angezeigt.
ROI:
Hier sieht man die ROI die für die Messung platziert wurden.
Es wurden mehrere ROI gesetzt um einen aussagekräftigeren Wert zu erhalten.

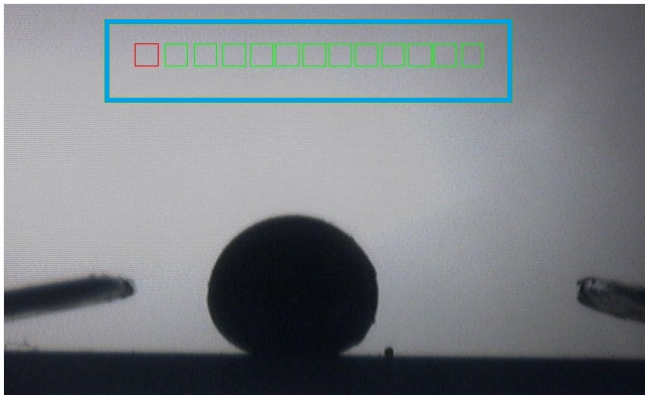


Abbildung 6-11 - NI Vision Glüherkennung Testobjekt nähere Informationen

6.1.2.5. Erzeugen des LabVIEW VI

Ist das Skript fertiggestellt kann mit dem NI Vision Assistent ein LabVIEW VI erstellt werden, das dann in das Hautprogramm integriert wird.
Dazu klickt man auf „Tools“ -> „Create LabVIEW VI..“ .

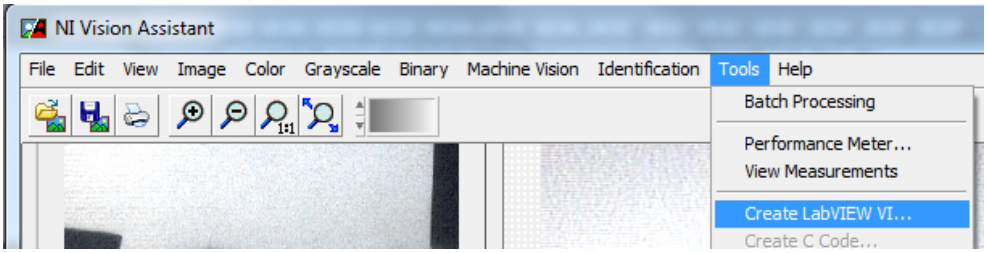


Abbildung 6-12 - NI Vision Create LabVIEW VI

Es öffnet sich der „LabVIEW VI Creation Wizard.

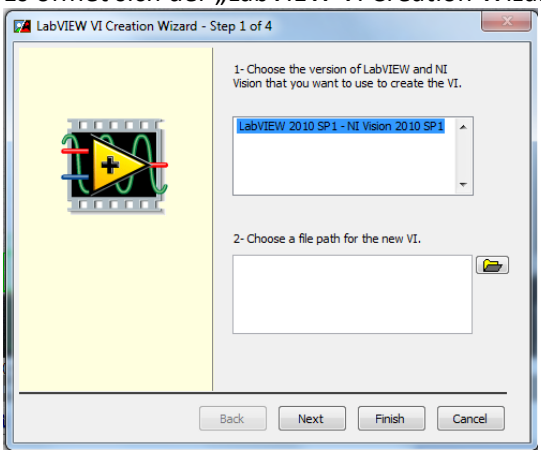


Abbildung 6-13 - LabVIEW VI Creation Wizard

Step1: Hier wählt man als erstes den gewünschten Speicherort aus.
Step2: Als nächstes kann man auswählen ob man das aktuelle oder ein abgespeichertes Skript verwenden möchte.
Step3: Hier kann ausgewählt werden von welcher Quelle das Bild kommen soll.
Step4: Hier kann noch ausgewählt werden für welche Funktionen Bedienelemente erstellt werden sollen.

Als letztes klickt man auf den Button „Finish“. Jetzt wird das VI erstellt.

6.2. Winkelerkennung in LabVIEW

Das, aus dem NIVision Skript, erzeugte LabVIEW VI zur Winkelerkennung wurde in das Hauptprogramm integriert.

6.2.1. Gesamter Programmcode

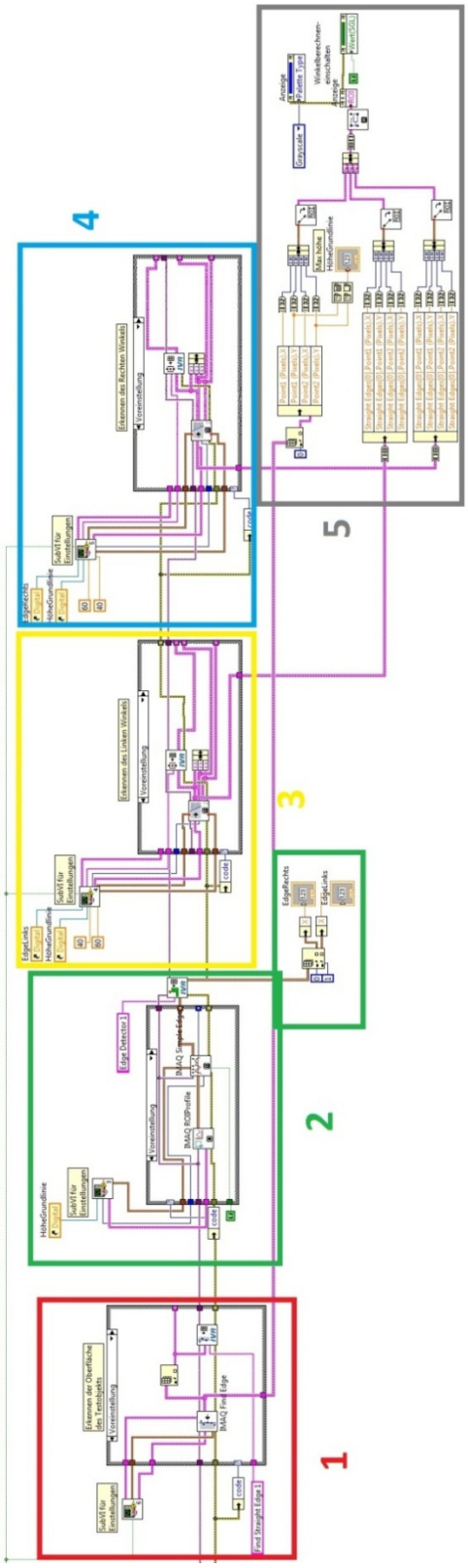


Abbildung 6-14 - Übersicht Code Winkelerkennung

Bereich 1 : Erkennen der Oberfläche des Testobjektes
Bereich 2 : Erkennen der Kanten des Tropfens
Bereich 3 : Erkennen des Linken Winkels
Bereich 4 : Erkennen des rechten Winkels
Bereich 5: Verarbeitung der Linieninformationen

6.2.1.1. Erkennen der Oberfläche des Testobjekts

Hier wird der rote Bereich des gesamten Programmcodes beschrieben.
Dieser Bereich ist für das Erkennen der Oberfläche des Testobjektes zuständig.
Siehe 6.1.2.3. Winkelerkennungsskript -> Find Straight Edge.
Programmcode:

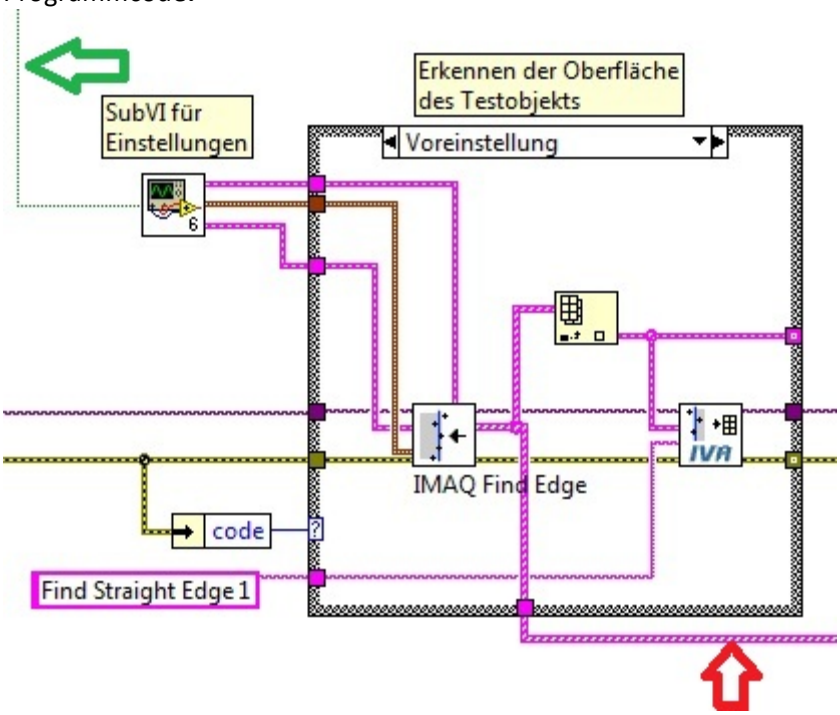


Abbildung 6-15 - Code Erkennen der Oberfläche

Die Bestimmung der Oberfläche des Testobjekts wird durch die IMAQ Find Edge Block durchgeführt. Über die Lilafarbene Line wird das Bild zum Block geleitet. Um den Code Übersichtlicher zu gestalten wurden die Einstellungen für den Block in ein SubVI umgewandelt. Über die grüne (grüner Pfeil) Line wird dem SubVI mitgeteilt ob der Tropfen glüht. Je nach dem werden dann die Einstellungen angepasst. Über die rosa Line (roter Pfeil) werden die Informationen über die Lage der Linie die an die Oberfläche des Testobjektes angelegt wird ausgegeben.

Sub VI für Einstellungen:
Öffnet man das SubVI können die Einstellungen verändert werden.

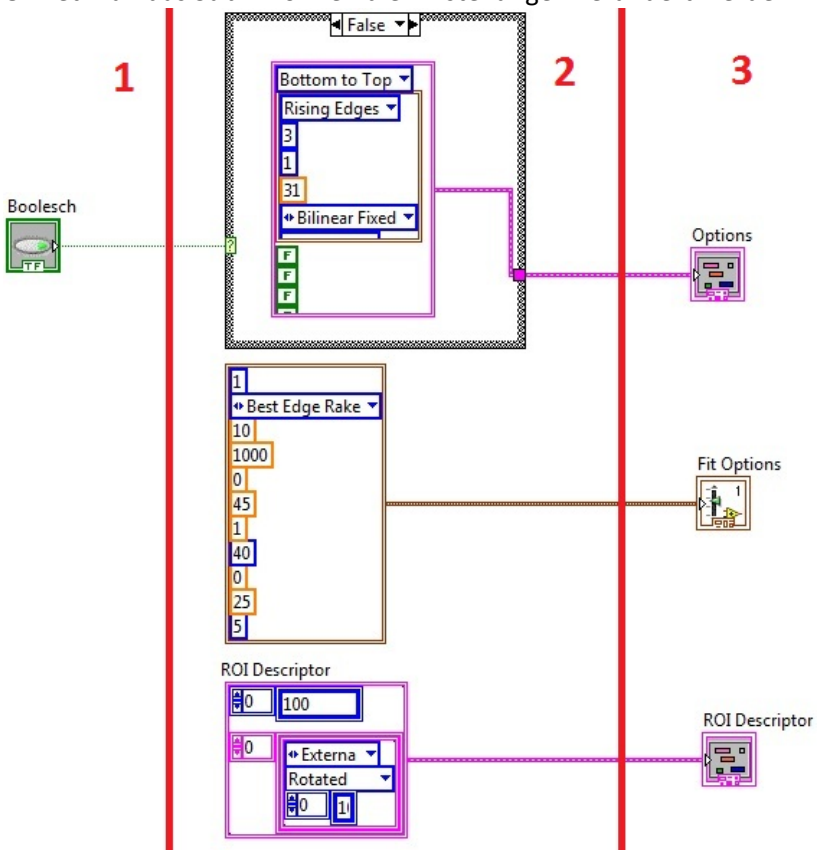


Abbildung 6-16 - Einstellungs SubVI Erkennen der Oberfläche

Bereich 1: Eingänge
Hier wird eingelesen ob der Tropfen glüht.
Bereich 2 : Einstellmöglichkeiten
Damit die Oberfläche bestimmt werden kann wenn der Tropfen Glüht wird in diesem Fall nicht von „Bottom to Top“ sondern von „Top to Bottom“ nach einer Kante gesucht.
Bereich 3 : Ausgänge
Hier werden die Einstellungen ausgegeben.

6.2.1.2. Erkennen der Kanten des Tropfens

Hier wird der grüne Bereich des gesamten Programmcodes Beschrieben.
Dieser Teil ist für die Erkennung der Kanten des Tropfens zuständig.
Siehe 6.1.2.3. Winkelerkennungsskript -> Edge Detector.

Programmcode:

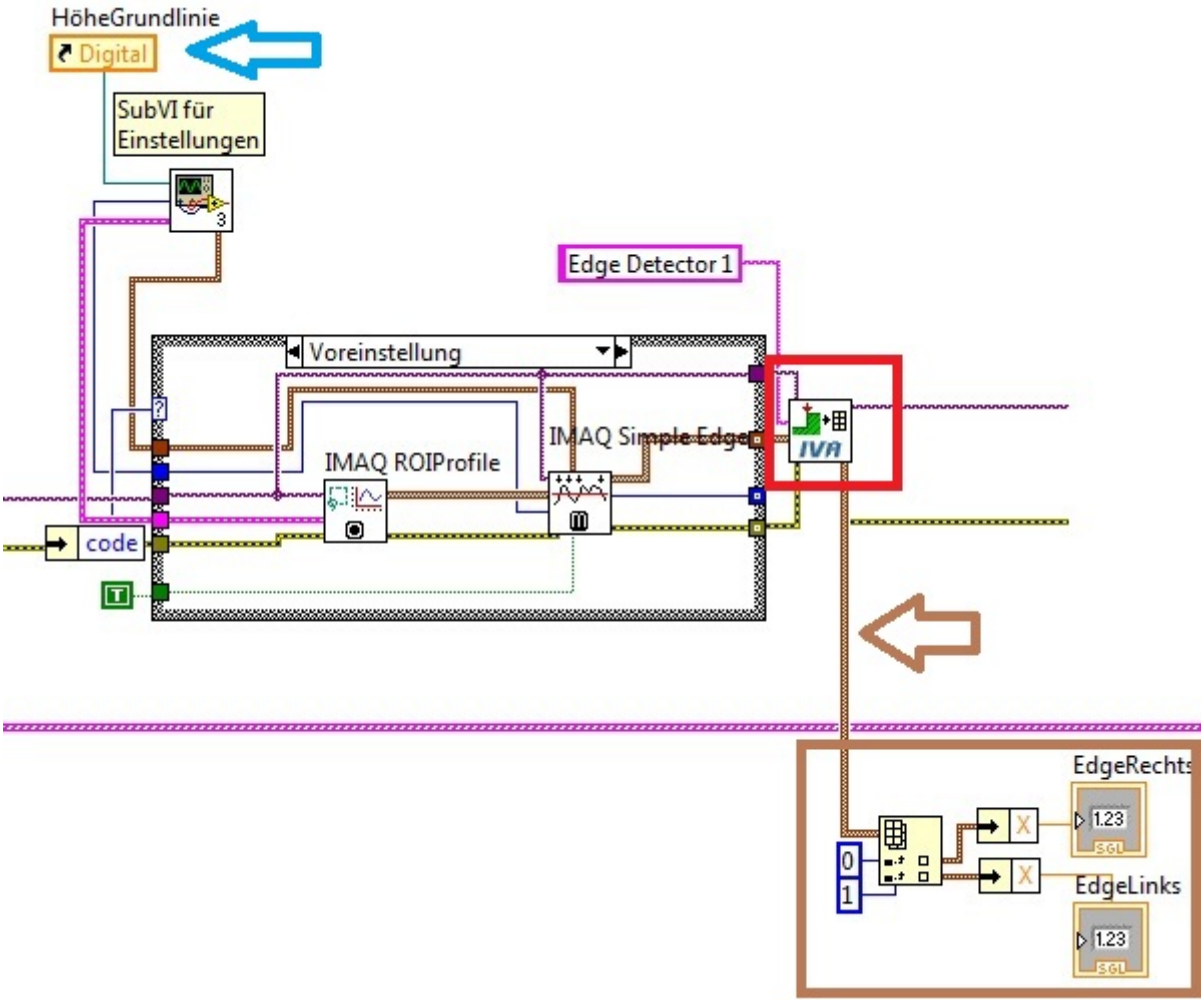


Abbildung 6-17 - Code Erkennen der Kanten des Tropfens

Für die Bestimmung der Kanten des Tropfens wird die Information über die Höhe der Grundlinie benötig (blauer Pfeil). Diese wird verwendet um die Höhe der Linie festzulegen entlang der nach Kanten gesucht werden soll. Die Linie wird 15 Pixel über der Oberfläche des Testobjektes platziert. Dabei ist zu beachten das der Punkt (0,0) Links oben ist und deshalb - 15 Pixel gerechnet werden muss um die Line oberhalb der Oberfläche zu setzen.

Bestimmung der Kanten:

Der Block in dem roten Bereich ist für die Bestimmung der Kanten zuständig.
Er gibt die Koordinaten der Punkte an, an denen die Linie, entlang der nach Kanten gesucht wird, die Tropfenoberfläche schneidet. Diese Daten werden über die braune Linie ausgegeben.(brauner Pfeil)

Auslesen X Koordinaten:

In diesem Bereich werden die X Koordinaten der beiden Punkte ausgelesen und an „Edge Rechts“ und „Edge Links“ übergeben. Diese Werte werden in den nächsten beiden Blöcken die für die Bestimmung der Winkel zuständig sind verwendet.

6.2.1.3. Erkennen des Linken Winkels

Hier wird der gelbe Bereich des gesamten Programmcodes beschrieben.
Dieser Teil ist für die Erkennung des linken Kontaktiwinkels des Tropfens zuständig.
Siehe 6.1.2.3. Winkelerkennungsskript -> Adv. Straight Edge.

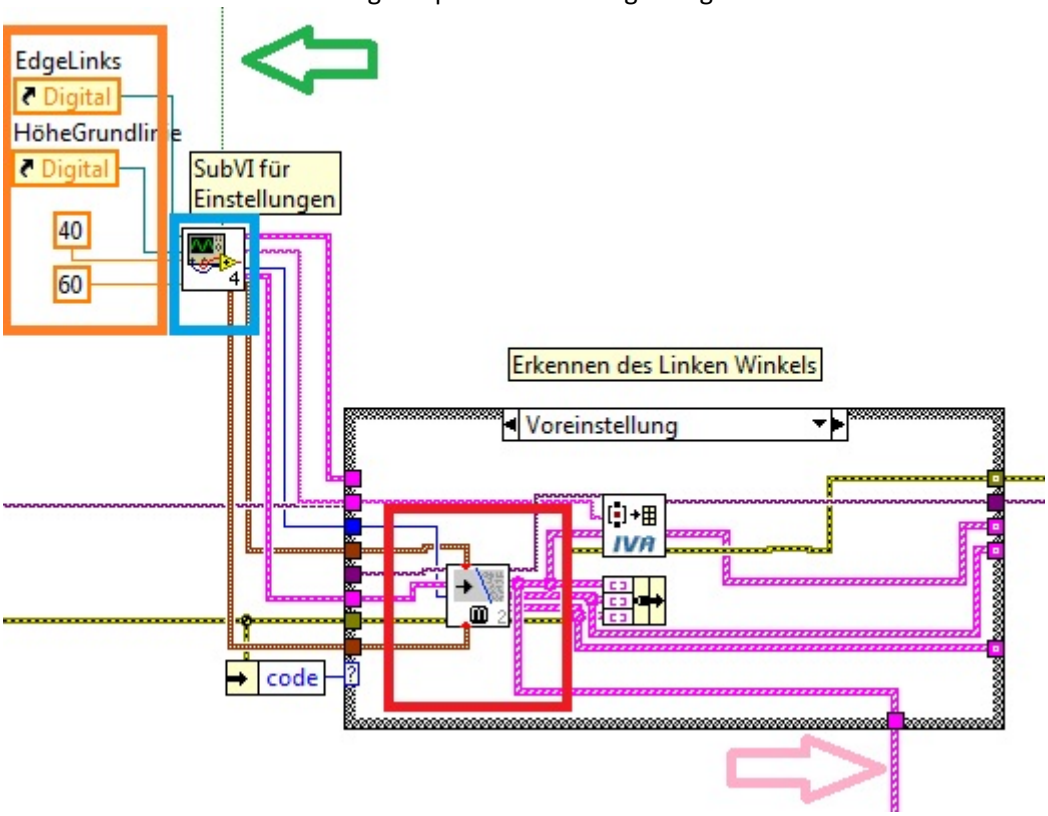


Abbildung 6-18 - Code Erkennen des Linken Winkels

Anlegen des Kontaktwinkels:
Der Block der sich im roten Bereich befindet ist für das Anlegen der Kontaktwinkel zuständig.
Dazu wird eine Linie an den Tropfen angelegt. Die Koordinaten des Anfangs und des Endpunktes dieser Linie werden über die rosafarbene Leitung ausgegeben(rosa Pfeil).
Einstellungs SubVI:
Das Sub VI das sich im blauen Bereich befindet ist für die Einstellungen zuständig die an den Block im roten Bereich übergeben werden.
Daten für Einstellung:
Im orangen Bereich befinden sind die Daten die an das SubVI übergeben werden.
Der grüne Pfeil übergibt dem SubVI die Information ob der Tropfen glüht.
Über die rosafarbene Linie werden die Informationen über die Lage der an den Tropfen angelegten Linie ausgegeben.

Sub VI für Einstellungen:
Unter Punkt 6.2.1.3. wurde bereits erwähnt, dass mehrere Daten an das SubVI übergeben werden. Diese Daten werden für die Berechnung Breite und die Positionierung der ROI benötigt.

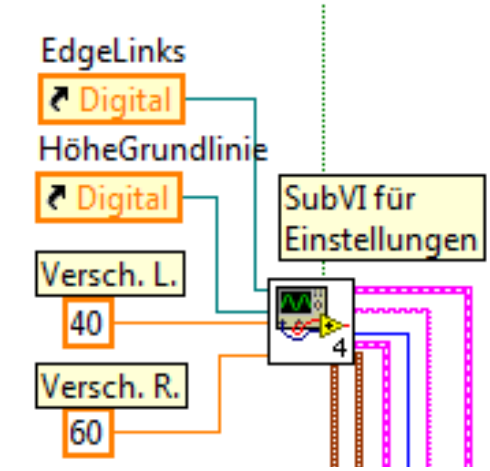


Abbildung 6-19 - Anschlüsse Sub VI für Einstellungen Erkennen Winkel links

„Edge Links“ gibt den X Wert der Kante des Tropfens 15 Pixel über der Grundlinie an.
„Höhe Grundlinie“ gibt die Höhe der Grundlinie an. Hier ist zu beachten, dass sich der Punk (0/0) in der linken oberen Ecke befindet. Die Zahlen 40 und 60 bestimmen wie breit die ROI links und rechts von „EdgeLinks“ ist.
Die ROI wird so positioniert, dass die rechte Begrenzungslinie 60 Pixel rechts von „Edge Links“ und die linke Begrenzungslinie 40 Pixel links von Edge Links liegt. Die untere Begrenzungslinie liegt 1 Pixel über der Oberfläche des Testobjektes. Die Höhe der ROI beträgt immer 35 Pixel.

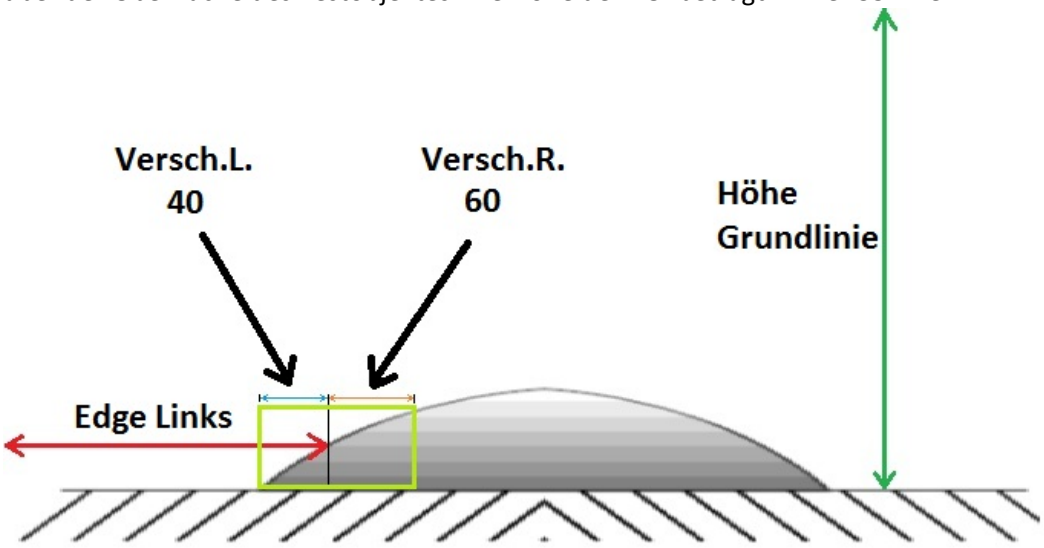


Abbildung 6-20 - Positionierung der ROI

Programmcode:

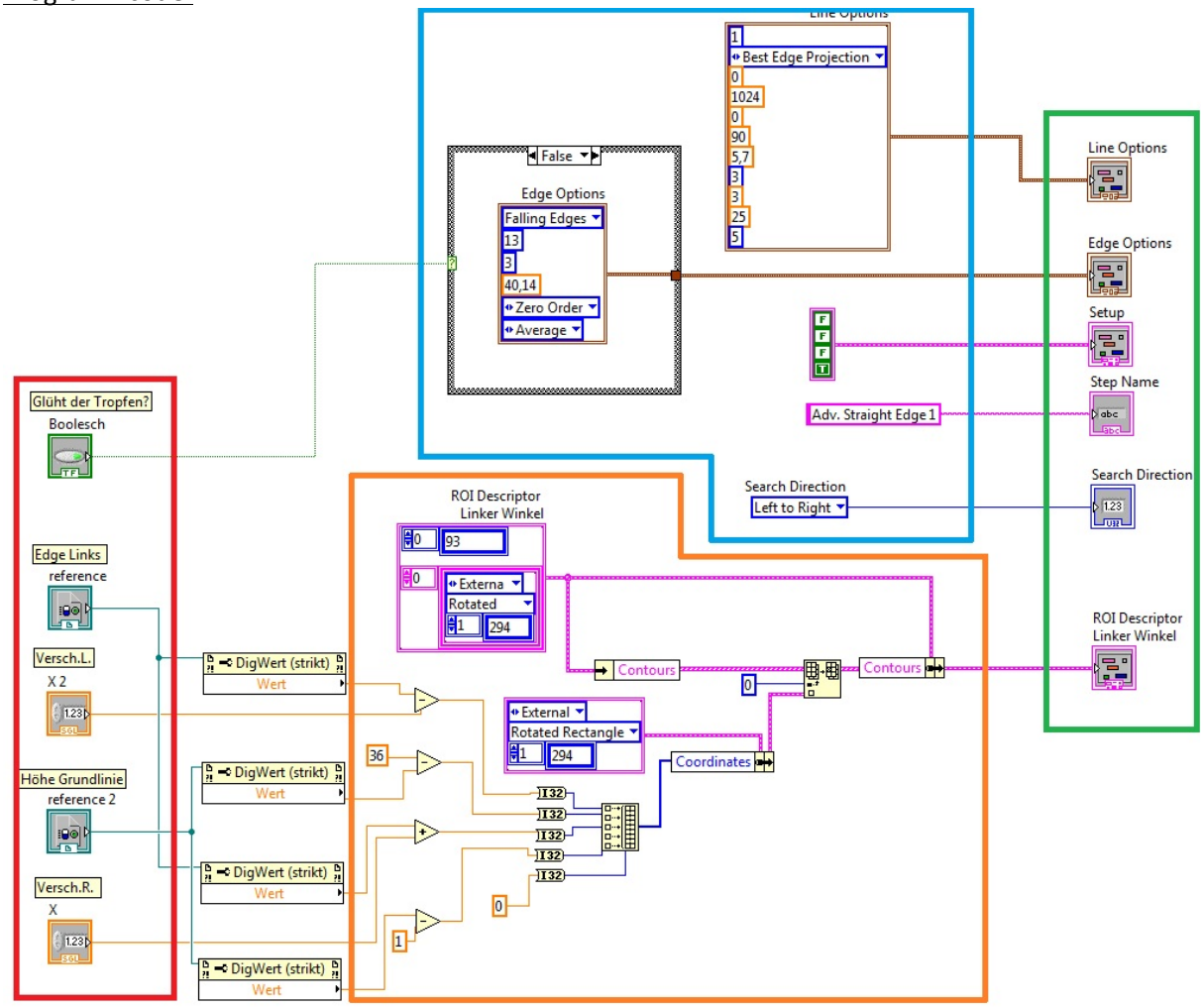


Abbildung 6-21 - Code SubVI für Einstellungen Erkennen der Kanten des Tropfens

Eingänge:
Im roten Bereich befinden sich die Eingänge
ROI Berechnung:
Im orangen Bereich befindet sich die Berechnung und Erstellung der ROI.
Einstellungen:
Hier befinden sich die Restlichen Einstellungen.
Ausgänge:
Hier befinden sich die Ausgänge des SubVI.

Berechnung und Erstellung der ROI:
Die ROI wird mit 4 Werten definiert. Es werden die Koordinaten der linken oberen Ecke(roter Punkt) und die Koordinaten der rechten unteren Ecke(blauer Punkt) der ROI angegeben.

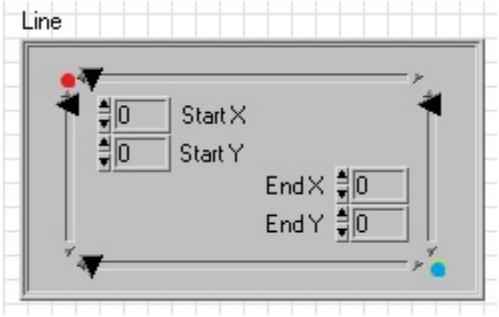


Abbildung 6-22 - Erklärung Angaben ROI

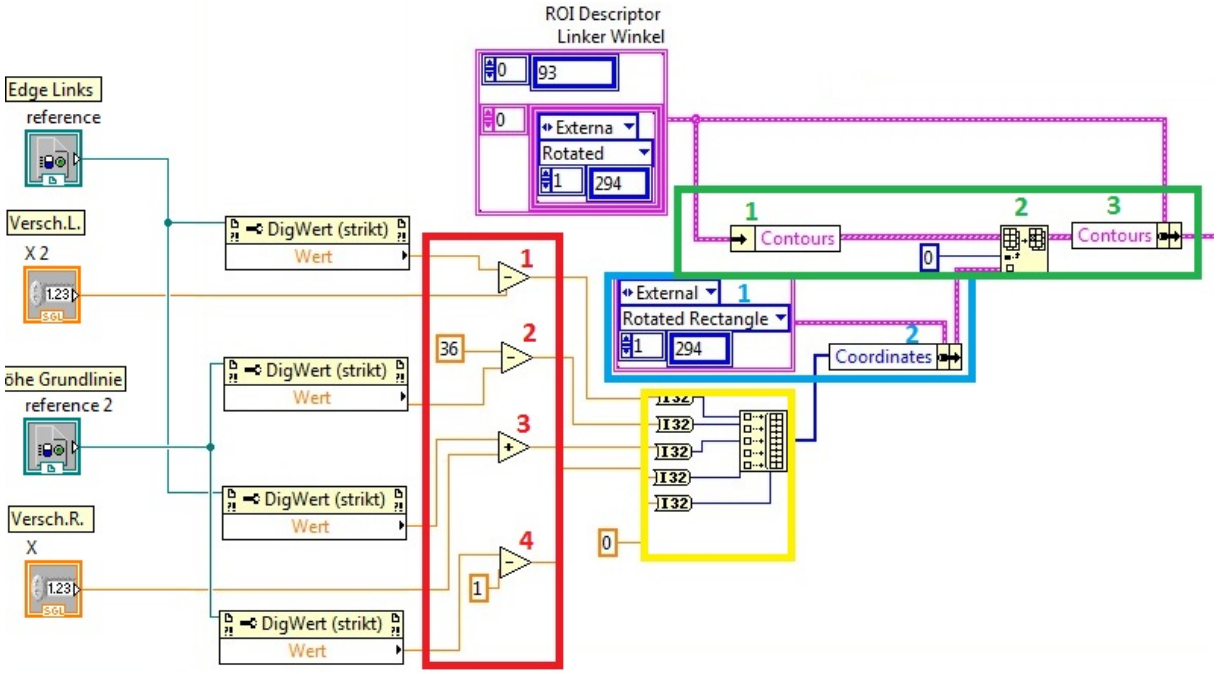


Abbildung 6-23 - Code Berechnung ROI Winkel

Berchnung der ROI Koordinaten:
Hier werden die Berechnungen für die Koordinaten der linken oberen Ecke(roter Punkt) und die Koordinaten der rechten unteren Ecke(blauer Punkt) der ROI durchgeführt.
Ergebnisse der Berechnungen:
Berechnung **1** : Start X
Berechnung **2** : Start Y
Berechnung **3** : End X
Berechnung **4** : End Y

Array erstellen:
In diesen Bereich werden die zuvor errechneten Werte mit der Funktion „Array erstellen“ zu einem Array zusammengefügt.

Cluster verändern:
In diesem Bereich werden die Eigenschaften “Coordinates“ des Clusters verändert. Es enthält die Informationen der Position der ROI. Dieses veränderte“ Coordinates“ Cluster wird später als erstes Ellement des Arrays „Contous“ verwendet.
1. Dies ist das „Coordinates“ Cluster das Verändert werden soll.
2. Hier werden mit der Funktion „Nach Namen bündeln“ die ursprünglich in dem Cluster enthaltenen Koordinaten mit den neu errechneten überschrieben.

Zu ROI Descriptor hinzufügen:
In diesem Bereich wird nun das im blauen Bereich erzeugt Cluster, das die errechneten Koordinaten enthält, wieder zum „ROI Descriptor“ Cluster hinzugefügt.
1. Als erstes wird mit der Funktion „Nach Namen aufschlüsseln“ der Teil „Contours“ aus dem „ROI Descriptor“ Cluster extrahiert.
2. Als nächstes wird mit der Funktion „Teil-Array ersetzen“ das erste Element des Arrays durch das im blauen Bereich neu erstellte „Coordniates“ Cluster ersetzt.
3. Als letzter Schritt wird mit der Funktion „Nach Namen bündeln“ das veränderte „Contours“ Cluster zum „ROI Descriptor“ Cluster hinzugefügt.

Restliche Einstellungen:

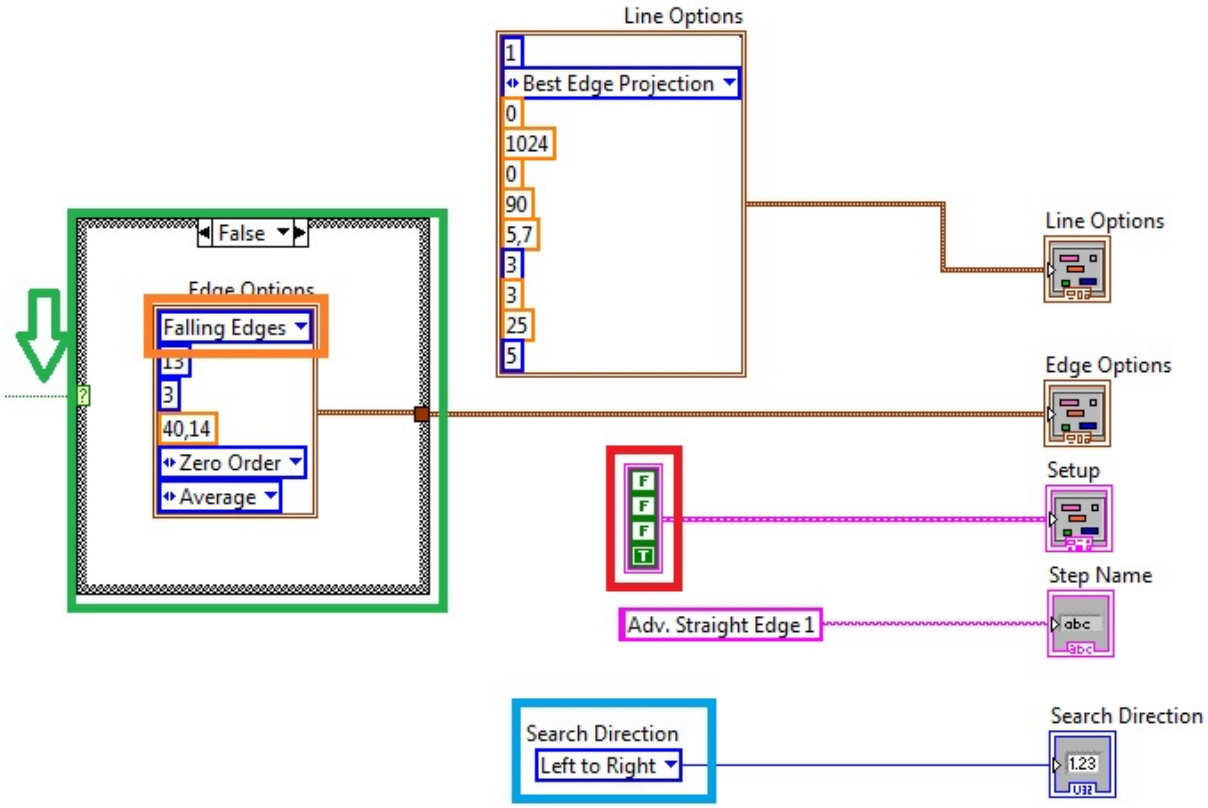


Abbildung 6-24 - Einstellungen ROI Positionierung

Edge Options:
Die wichtigste Einstellung in diesem Bereich ist die „Edge Polarity“(orange markiert) . Sie gibt an ob die gesuchte Kante von dunkel auf hell oder von hell auf dunkel wechstelt. Über die grüne Linie (mit grünem Pfeil markeiert) erhält das Case die Information ob der Trofen Glüht. Je nach dem wird dann entwerder nach „ Falling Edges“ oder nach „Rising Edges“ gesucht.

Setup:
In diesem Bereich kann eingestellt werden welche Linien an gezeigt werden sollen(Search Area, Search Lines, Edges Found, Result) . Diese Einstellungen sind bei uns nicht relevant da in diesem Teil des Programmmes keine Linen eingezeichnet werden. Das Geschieht durch einen anderen Programmteil.

Search Direction:
Hier kann ausgewählt werden in welche Richtung gesucht werden soll. Da wir den linken Winkel suchen muss „Left to Right“ eingestellt sein.

6.2.1.4. Erkennen des rechten Winkels

Hier wird der blaue Bereich des gesamten Programmcodes beschrieben.
Dieser Teil ist für die Erkennung der Kanten des Tropfens zuständig.
Siehe 6.1.2.3. Winkelerkennungsskript -> Adv. Straight Edge
Er entspricht im Wesentlichen dem gelben Bereich der für den Linken Winkel zuständig ist.

Die Unterschiede zum gelben Bereich sind:

1. Die Daten die an das SubVI für Einstellungen geschickt werden

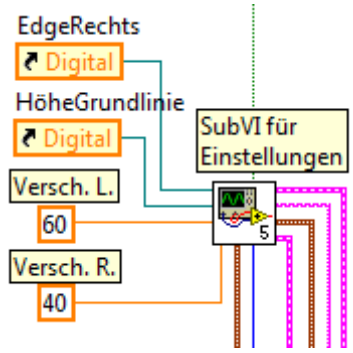


Abbildung 6-25 - Anschlüsse Sub VI für Einstellungen Erkennen Winkel rechts

Da der Recht Winkel erkannt werden soll werden die X Koordinaten der rechten Kante für die Positionierung der ROI verwendet.
Außerdem wird der linke Rand der ROI 60 Pixel links der rechten Kante des Tropfens und der rechte Rand des ROI 40 Pixel rechts der rechten Kante des Tropfens gesetzt.

2. Unterschiede innerhalb des Sub VI für Einstellungen:
Der einzige Unterschied innerhalb des SubVI ist das die „Search Direction“ auf „Right to Left“ eingestellt ist und nicht auf „Left to Right“.

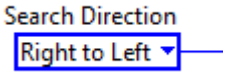


Abbildung 6-26 - Search Direction

6.2.1.5. Verarbeitung der Linieninformationen

In diesem Bereich werden die Daten über die Linie die an die Oberfläche des Testobjektes angelegt wurde und die Daten über die Linien die Links und Rechts an den Tropfen angelegt wurden weiterverarbeitet.

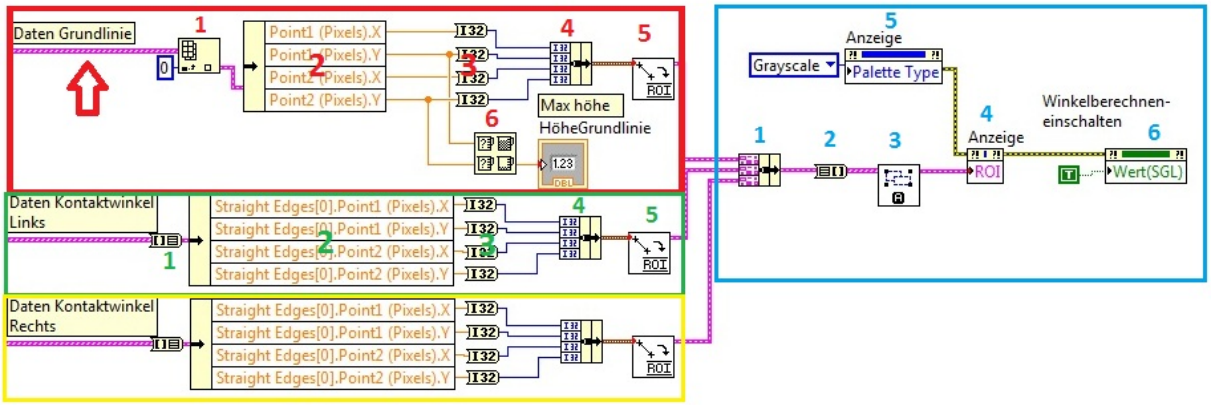


Abbildung 6-27 - Verarbeitung Linieninformationen

Datenverarbeitung Grundlinie:

In diesem Bereich werden die Informationen der Grundlinie, also der Linie die an die Oberfläche des Testobjektes angelegt wird, verarbeitet.

1. Über die rosafarbene Linie(roter Pfeil) werden die Daten als erstes in den Block „Array Indizieren“ geleitet. Aus diesem Block werden die Daten des ersten Elements des Arrays ausgegeben.
2. Im nächsten Schritt werden diese Daten mit der Funktion „Nach Namen Aufschlüsseln“ geteilt und nur die relevanten Informationen weitergeleitet. Man erhält die Koordinaten der Endpunkte der Linie die an die Oberfläche angelegt wurde.
3. Im nächsten Schritt werden die Koordinaten in des Zahlenformat „I32“ umgewandelt.
4. Mit der Funktion „Bündeln“ werden sie in ein Cluster umgewandelt.
5. Zum Schluss wird mit der Funktion „IMAQ Convert Line to ROI VI“ aus den Linieninformationen ein ROI Descriptor erzeugt.
6. Mit der Funktion „Max & Min“ wird die maximale Höhe der Grundlinie bestimmt und an den Block „HöheGrundline“ übergeben. Das Bestimmen des Maximalwertes ist notwendig damit die ROIs die zum Bestimmen der Kontaktwinkel platziert werden nicht unter der Oberfläche des Testobjektes positioniert werden. Tests haben gezeigt, dass es in diesem Fall öfters zu Fehlmessungen kommt.

Datenverarbeitung linker Kontaktwinkel:

In diesem Bereich werden die Informationen der Linie die an den linken Kontaktwinkel angelegt wurde verarbeitet.

1. Hier wird mit der Funktion „Array nach Cluster“ das ankommende Array in ein Cluster umgewandelt.
2. Als nächstes wird das Cluster mit der Funktion „Nach Namen Aufschlüsseln“ in seine Bestandteile zerlegt. Man erhält die Koordinaten der Endpunkte der Linie die an den Tropfen angelegt wurde.
3. Im nächsten Schritt werden die Koordinaten in das „I32“ Format umgewandelt.
4. Mit der Funktion „Bündeln“ wird ein Cluster erzeugt.
5. Als nächstes wird mit „IMAQ Convert Line to ROI VI“ ein ROI Descriptor erzeugt.

Datenverarbeitung rechter Kontaktwinkel:

In diesem Bereich geschieht genau dasselbe wie im grünen Bereich für den Rechten Kontaktwinkel.

Zusammenfügen der Informationen/ Ausgabe auf Display:

In diesem Bereich werden die im Roten, Grünen und Gelben Bereich erzeugten ROI Deskriptoren zu einem ROI Deskriptor zusammengefügt und auf die Anzeige ausgegeben. Außerdem wird die Winkelberechnung aktiviert.

1. Als erstes werden mit der Funktion „Bündeln“ die ROI Deskriptoren zu einem einzigen Cluster zusammengefügt.
2. Als nächstes wird mit der Funktion „Cluster nach Array“ ein Array erstellt.
3. Dieses Array wird mit der Funktion „IMAQ Group ROIs VI“ zu einem ROI Deskriptor zusammengefügt der nun alle benötigten Informationen enthält.
4. Mit einem Eigenschaftsknoten werden die Linien auf die Anzeige ausgegeben.
5. Mit dem oberen Eigenschaftsknoten wird die Anzeige auf Grayscale initialisiert.
6. Der Eigenschaftsknoten ganz rechts aktiviert die Winkelberechnung.

6.3. Erkennen von Glühen in LabVIEW

Das, aus dem NI Vision Skript zum erkennen von glühen, erzeugte LabVIEW VI wurde als SubVI in das Hauptprogramm integriert. (GraustufenerkennungSubVi_2.0.vi)

6.3.1. Gesamter Programmcode

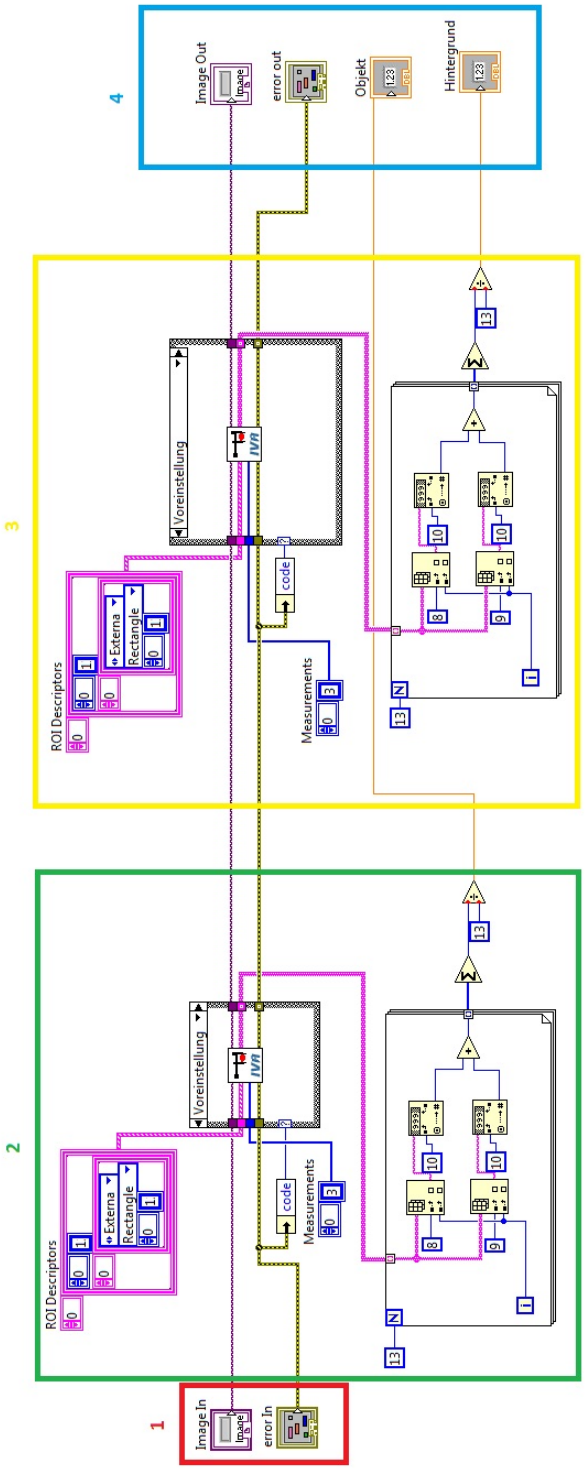


Abbildung 6-28 - Übersicht Code Erkennen von Glühen

Bereich 1 : Eingänge
Bereich 2 : Messung und Auswertung Testobjekt
Bereich 3 : Messung und Auswertung Hintergrund
Bereich 4 : Ausgänge

6.3.1.1. Eingänge

Hier wird der rote Bereich des gesamten Programmcodes beschrieben.
In diesem Bereich befinden sich die Eingänge des SubVI.
Es werden das Bild und die Error Leitung Übergeben.

Abbildung 6-29 - Eingänge von Glühen erkennen

6.3.1.2. Messung und Auswertung Testobjekt

Hier wird der grüne Bereich des gesamten Programmcodes beschrieben.
Dieser Teil ist für die Messung der Helligkeit des Objektes zuständig.

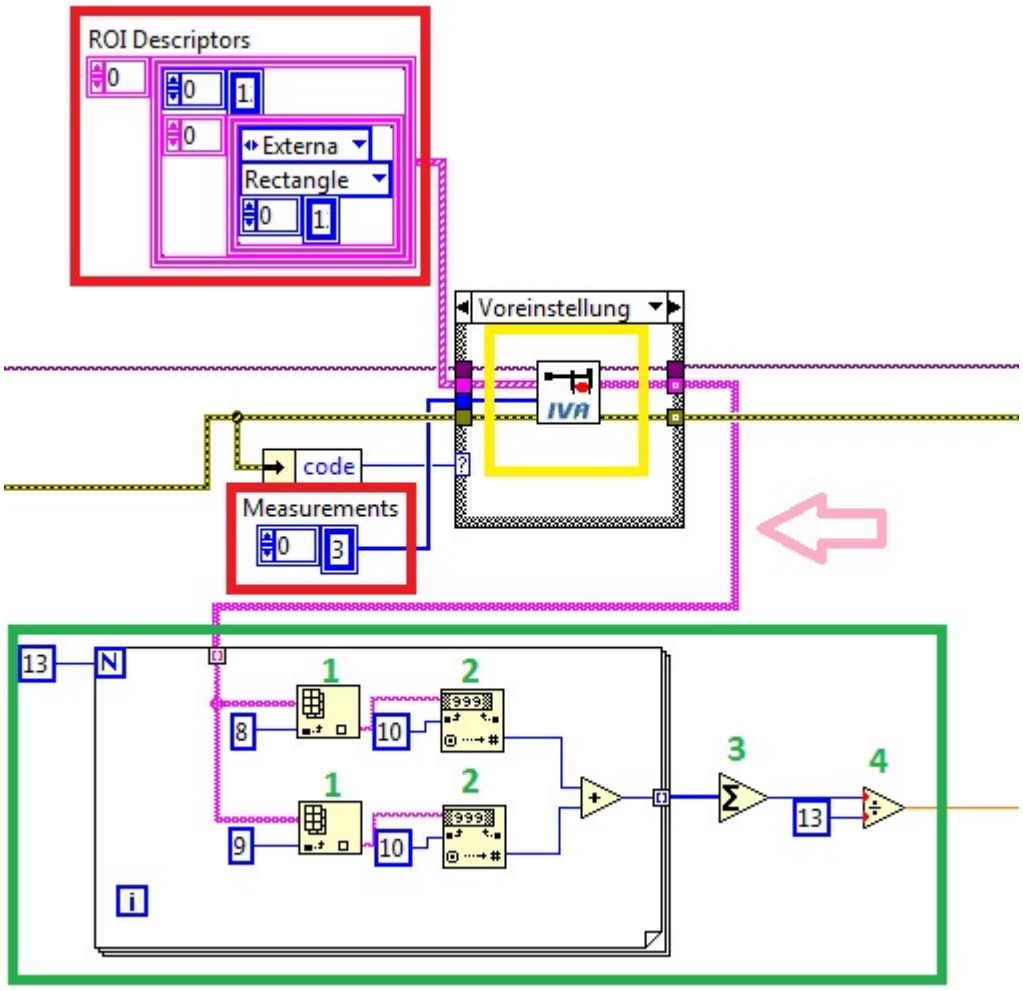


Abbildung 6-30 - Messung/Auswertung Testobjekt

Einstellungen:
In diesen Bereichen befinden sich die Einstellungen die an die Funktion die die Messung durchführt übergeben werden. Der obere Block stellt die Koordinaten der ROI Bereiche bereit .
Insgesamt wurden 13 ROI Bereich für die Messung festgelegt.
Der untere, rot markierte Block, gibt an ob die Position, die Länge, der Winkel oder in einem Bereich gemessen werden soll. Die Einstellung „3“ bedeutet, dass in einem Bereich gemessen wird.
Messen:
Hier befindet sich die Funktion die für die Messung zuständig ist. Sie erhält Informationen über die Einstellungen und das Bild das verarbeitet werden soll.
Über die rosafarbene Linie (rosa Pfeil) werden die Messergebnisse als Array ausgegeben.
Für jeden ROI Bereich wird ein Array Element erzeugt das wiederum ein Array mit den gemessenen Daten enthält.

Verarbeitung der Messergebnisse:
Hier werden die Messergebnisse gefiltert und verarbeitet
Mit der for-Schleife werden die Messergebnisse der 13 ROI Bereiche durchgegangen.
1. Für jede ROI wird mit der Funktion „Array indizieren“ die Helligkeit des hellsten(oben) und des dunkelsten(unten) Pixels in diesem Bereich ausgelesen.
2. Da dieser Wert als String ausgegeben wird muss er noch mit der Funktion „Dezimal-String nach Zahl“ in eine Zahl umgewandelt werden. Die Konstante 10 die an diese Funktion angeschlossen ist gibt den Offset bei der Umwandlung an. Dieser Offset wird benötigt da vor der Zahl noch einige Buchstaben stehen.
3. Der Wert des hellsten und des dunkelsten Pixels werden addiert. Die blaue Leitung die die for-Schleife verlässt enthält ein Array mit den addierten Werten aller ROI Bereiche das an die Funktion“ Array-Elemente addieren“ weitergeleitet wird. Diese bildet die Summe aus allen Elementen.
4. Um den Mittelwert zu erhalten wird diese Summe durch 13 dividiert. Das Ergebnis dieser Berechnung wird dann als Ausgang des SubVIs bereitgestellt

6.3.1.3. Messung und Auswertung Hintergrund

Die Messung und Auswertung des Hintergrundes ist bis auf die Positionierung der ROI identisch mit der Messung und Auswertung des Objektes.

6.3.1.4. Ausgänge

Hier wird der blaue Bereich des gesamten Programmcodes beschrieben.
Von dem SubVI werden neben dem Bild und der Error Leitung die Informationen über die Helligkeit des Testobjektes und des Hintergrundes ausgegeben.

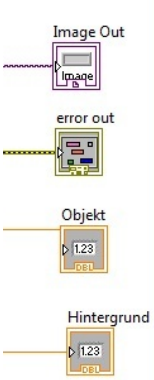


Abbildung 6-31 – Ausgänge Erkennen von Glühen

7. Temperaturmessung

7.1. Allgemeines

Die Temperaturmessung ist für die Berechnung der Oberflächenenergie wichtig, da die Experten anhand von Materialkonstanten, Temperatur und Winkel Rückschlüsse auf die Oberflächenenergie ziehen können. Weiters dient die Temperaturmessung zum Einschätzen des Schmelzpunktes der Metallprobe.
Da die Temperatur im Vakuumofen sehr hoch werden kann (bis zu 2000°C), wird die Temperatur mit einem Thermoelement abgegriffen. Wenn sich die Temperatur in der Hochvakuumanlage ändert, entsteht auf dem Thermoelement eine Spannung welche von einem Digital-Multimeter gemessen und in einen °C Wert umgerechnet wird. Dafür muss das Multimeter im Temperatur-Modus (°C) arbeiten!
Ein Thermoelement entsteht, wenn zwei unterschiedliche Metalle sich berühren und an diesem Kontaktpunkt eine kleine Spannung (die sogenannte Thermospannung) als Funktion der Temperatur entsteht.

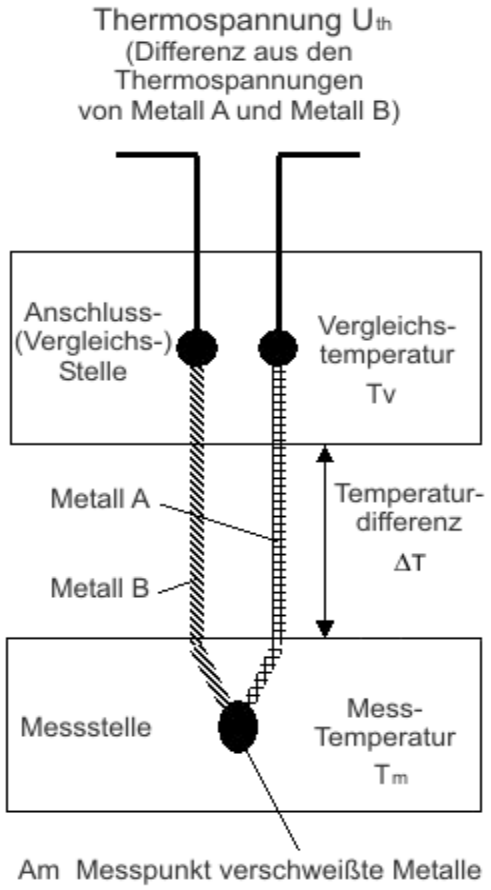


Abbildung 7-1 Temperaturmessung Thermoelement

http://infosys.beckhoff.com/content/1031/el33xx/html/Bt_EL33xx_Functionality.htm

7.2. Amprobe 38XR-A

Abbildung 7-2 Temperaturmessung Amprobe

http://infosys.beckhoff.com/content/1031/el33xx/html/Bt_EL33xx_Functionality.htm

Produktbeschreibung

Professionelles Multimeter mit Effektivwert-Messverfahren und optischer RS232 PC-Schnittstelle.

- Kapazitäts- Temperatur- und Frequenzmessung
- Dioden- und akustische Durchgangsprüfung
- Dämpfungsmessung (dBm)
- MIN/MAX, Relativ- und Spitzenwertmessung
- Automatische und manuelle Messbereichswahl
- Integrierter Messwertspeicher (Data Hold)
- Zusätzliche Balkenanzeige (41 Segmente)
- Beleuchtete Anzeige
- Stoß- und schlagfest durch serienmäßig zugehörende Schutzhülle

Kleinste Auflösung / Innenwiderstand
- U DC: 100 µV / 10 MOhm
- U AC: 100 µV / 10 MOhm
- I DC: 100 nA
- I AC: 100 nA
- R: 100 mOhm
- C: 10 pF
- Freq.: 100 mHz
- T: 1 °C / 1 °F
- Schallpegel: 0,01 dB
- Tastverhältnis: 0,01 %
- Diodentest: 1 mV

7.3. Hexcode auswerten

Das Digital Multimeter sendet über eine serielle Schnittstelle die Daten an einen RS232 zu USB-Konverter, welcher via USB mit dem PC verbunden ist. Um die empfangenen Daten auswerten zu können, wurde folgende Auswertetabelle dem Datenblatt entnommen:

38XR Serial Output Code Tables mod. 11/24/04

Examples – see additional tables below for explanations of each column.

RS232 settings: **Baud Rate** – 9600; **Data Bits** – 8; **Start/Stop Bits** – 1; **Parity** - None or Odd; **Flow Control** - None **Terminate** – [CR] [LF]

Examples	Table 1		Table 2				Table 3		Table 4	Table 5	Table 6	Table 7	Table 8	Auto / Manual	
column	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		Meter Serial Output String
Meter inputs															
vac open	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	0	a	"10000000000A0"
vac short	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	0	a	"10000000000A0"
.7 vac	1	0	6	9	7	1	1	C	0	0	0	A	0	a	"1069711C000A0"
.7vac	1	0	6	9	6	9	1	C	0	0	0	8	0	m	"1069691C00080"
1 vac ol	1	0	B	0	D	D	2	8	0	0	0	8	0	m	"10B0DD2800080"
.9 vac	1	0	0	8	9	6	0	4	1	0	0	8	0	m	"1008960410080"
1.7 vac	1	0	0	1	6	8	0	1	2	0	0	8	0	m	"1001680120080"
12 dbm	1	0	1	2	0	6	2	A	0	0	0	A	4	a	"1012062A000A4"
dbm OL no beep	1	0	B	0	D	D	2	A	2	0	0	A	4	a	"10B0DD2A200A4"
-7 dbm	1	0	0	7	0	1	2	A	0	0	0	A	5	a	"1007012A000A5"
0 dbm	1	0	0	0	0	0	2	A	0	0	0	A	4	a	"1000002A000A4"
-1 VDC	0	C	0	9	9	6	0	4	1	0	0	A	1	a	"0C099604100A1"
+ 137 mVDC auto	0	C	1	3	7	0	0	5	0	0	0	A	0	a	"0C137005000A0"
+137 mVDC - mV range	0	C	1	3	7	0	0	5	0	0	0	8	0	m	"0C13700500080"
+137 mVDC 10V range	0	C	0	1	3	7	0	1	1	0	0	8	0	m	"0C01370110080"
+137 mVDC 100V range	0	C	0	0	1	4	0	0	2	0	0	8	0	m	"0C00140020080"
+137 mVDC 1000V range	0	C	0	0	0	1	0	0	3	0	0	8	0	m	"0C00010030080"
-137 mVDC 100V range	0	C	0	0	1	4	0	0	2	0	0	8	1	m	"0C00140020081"
VAC+DC 1V 60Hz	0	C	9	9	6	5	2	8	0	0	0	A	2	a	"0C996528000A2"
VAC+DC 1V 60Hz	0	C	9	9	7	3	2	8	0	0	0	8	2	m	"0C99732800082"
65 VAC auto	1	0	6	5	0	0	1	A	2	0	0	A	0	a	"1065001A200A0"
65 VAC P+ range locked	1	0	9	1	9	1	1	1	2	0	2	8	0	r	"1091911120280"
65 VAC P- range locked	1	0	9	1	9	1	1	1	2	0	3	8	0	r	"1091911120380"
95 VAC P+ OL range locked	1	0	B	0	D	D	1	9	2	0	2	8	0	r	"10B0DD1920280"
ohms (open input)	0	8	B	0	D	D	2	8	0	0	0	A	0	a	"08B0DD28000A0"
ohms (OL) 50 Mohm	0	8	B	0	D	D	2	8	0	0	0	A	0	a	"08B0DD28000A0"
cont 2 kohm	0	8	B	0	D	D	2	8	5	0	0	8	8	r	"08B0DD2850088"
cont 20 ohm tone	0	8	0	1	9	9	0	1	5	0	0	8	8	r	"0801990150088"
200 ohm	0	8	1	9	9	1	0	8	5	0	0	8	0	m	"0819910850080"
200 ohm	0	8	1	9	9	1	0	8	5	0	0	A	0	a	"08199108500A0"
diode open	0	4	B	0	D	D	0	A	1	0	0	8	0	r	"04B0DD0A10080"
diode OL over range	0	4	B	0	D	D	0	A	1	0	0	8	0	r	"04B0DD0A10080"
.48 V	0	4	0	4	7	9	0	2	1	0	0	8	0	r	"0404790210080"
Hz open	0	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	0	a	"0F000000000A0"
100hz	0	F	0	9	9	9	0	4	1	0	0	A	0	a	"0F099904100A0"
100hz	0	F	0	9	9	9	0	4	1	0	0	8	0	m	"0F09990410080"
100hz up ranged	0	F	0	1	0	0	0	0	2	0	0	8	0	m	"0F01000020080"
50% D.C.	0	F	5	0	0	3	2	A	1	0	0	B	0	a	"0F50032A100B0"
0 % D.C.	0	F	0	0	0	0	2	A	0	0	0	B	0	a	"0F00002A000B0"

Table 1. Function Codes

columns 1,2

"01"	not used	"09"	mH
"02"	°F	"10"	VAC / dBm
"03"	4 – 20 mA DC	"0A"	10 A
"04"	⇥⊢	"0B"	⊣⊢
"05"	H	"0C"	V DC / AC+DC
"06"	°C	"0D"	Logic
"07"	µA	"0E"	mA
"08"	Ω / ıılı	"0F"	Hz / % Duty Cycle

Table 2. Reading and Error codes

Columns 3,4,5,6

X X X X	Numbers displayed on LCD
"B0DD"	OL - overload of range
"BAAB"	Input jack error measage

Table 3. Bargraph segments = column 7 + column 8 , '0' segment not counted

	Column 7		Column 8
"0"	0 x 16 = 0	"0 – 8"	Hex 0 - 8
"1"	1 x 16 = 16	"2A"	no bargraph(dBm, % Duty Cycle, Capacitance, 4-20 mA, Temperature
"2"	2 x 16 = 32		(i.e. 14 = 1x16 + 4 = 20 segments; 28 = 2 x 16 = 32 + 8 = 40 segments)

Table 4. Range Codes

Column 9

Range	DCV	ACV	AC+DC	Ω	µA	mA	10A	mH	H	Hz
Code										
"0"	1000 mV	1000 mV	1000 mV	40 MΩ	100 µA	10 mA	A	4 mH		100 Hz
"1"	10 V	10 V	10 V	10 MΩ	1000 µA	100 mA		40 mH		1000 Hz
"2"	100 V	100 V	100 V	1 MΩ		400 mA		400mH		10 kHz
"3"	1000 V	1000 V	1000 V	100 kΩ					4 H	100 kHz
"4"				10 kΩ					40 H	1000 kHz
"5"				1000Ω						10 MHz
"6"										40 MHz

Range	Cx	H	⇥⊢	ıılı	4-20	°C	°F	% DC	dBm
Code					mA DC				
"0"	40 nF				%	°C	°F	%	dBm
"1"	400 nF		10 V					%	dBm
"2"	4 µF								
"3"	40 µF	4 H							
"4"	400 µF	40 H							
"5"				1000Ω					

Table 5. Amps functions

Column 10

"0"	DC
"1"	AC
"2"	AC+DC

Table 6. Peak status

Column 11

"0"	Peak OFF
"1"	Calibration
"2 or A"	**Peak +**
"3 or B"	**Peak -**
"8 or 9"	**Peak Off after Calibration**

Table 7. RFLAG_H Push Button setting

Column 12			Valid outputs	
"0/1"	0 = Hz, 1 = % Duty Cycle		"8"	38XR manual ranging
"2"	0 = Manual, 1 = Autoranging		"A"	38XR Autoranging
"4"	**0 = Buzzer ON, 1 = Buzzer OFF**		"B"	38XR Autoranging, % Duty Cycle
"8"	0 = not used, 1 = 38XR model			

Table 8. RFLAG_L Push Button setting

Column 13			Valid outputs	
"0/1"	0 = positive, 1 = negative		"0"	Positive reading (all functions)
"2"	0 = DC, 1 = AC + DC		"1"	Negative reading (VDC, dBm, uA, mA, A, temperature)
"4"	0 = AC, 1 = dBm		"2"	AC + DC (no polarity)
"8"	0 = ohms, 1 = Continuity		"4"	+ dBm
			"5"	- dBm
			"8"	Continuity

Abbildung 7-3 Ausschnitt der Auswertetabelle, des verwendeten Multimeters

Mithilfe der Tabellen wurde eine Auswertesoftware in LabVIEW geschrieben, welche aus dem Hex-Code die Temperatur ausliest und überprüft ob die Daten richtig übertragen wurden.

7.4. Programmcode

Für die Temperaturmessung wurde ein eignes Sub-Vi erstellt, welches in einer Case-Struktur welche Ereignisstruktur wiederum in einrtliegt.

Das Ereignis wird alle 3000ms (=3s) wiederholt. Wie schon bei allen anderen Ereignissen (siehe.4.2.) wurde ein „Beenden“ Ereignis erstellt.

Innerhalb des Ereignisses wurde, wie bei der Bildaufnahme und Glüherkennung, eine Case-Struktur programmiert, da das Ereignis nur dann ausgeführt werden solle, wenn man alle Einstellungen übernommen hat und sich nicht im Winkel-Berechnungs-Tab des Menüs befindet:

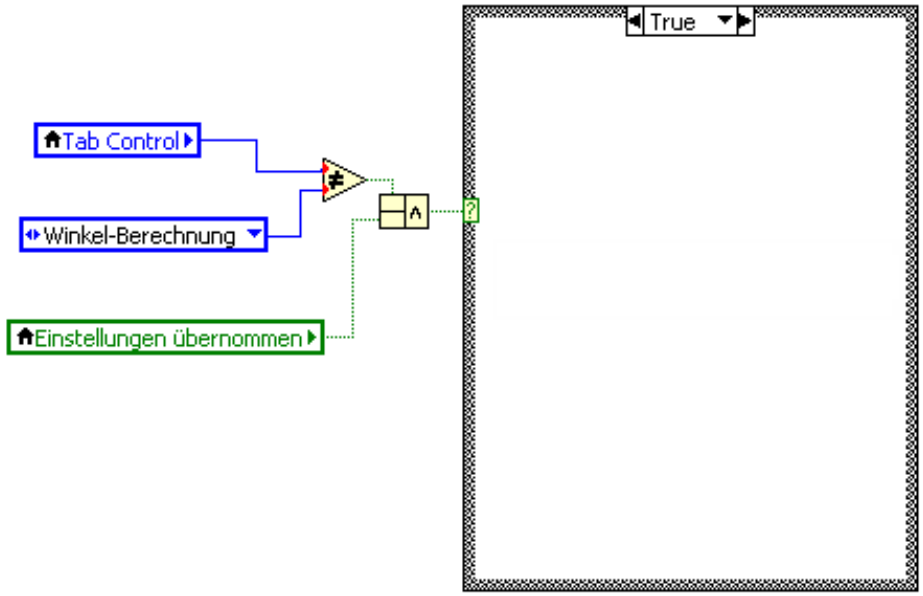


Abbildung 7-4 verwendete Case Struktur

7.4.1. Verwendete Funktionen:

Bei der Temperaturmessung muss ein Multimeter über eine serielle Verbindung angesteuert werden. Daher werden die Funktionsblöcke zum Konfigurieren, Schreiben, Lesen und Schließen einer seriellen Verbindung benötigt.
Diese findet man unter instrumenten-I/O -> Seriell:

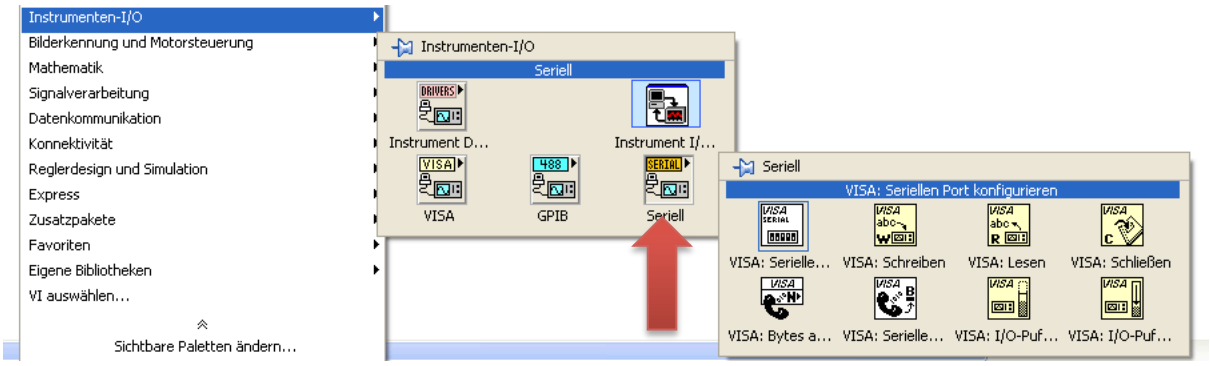


Abbildung 7-5 Serielle Funktionen

7.4.2. Übersicht

Die Temperaturmessung besteht aus einer flachen Sequenzstruktur, wobei die einzelnen Sequenzen nacheinander von links nach rechts abgearbeitet werden.

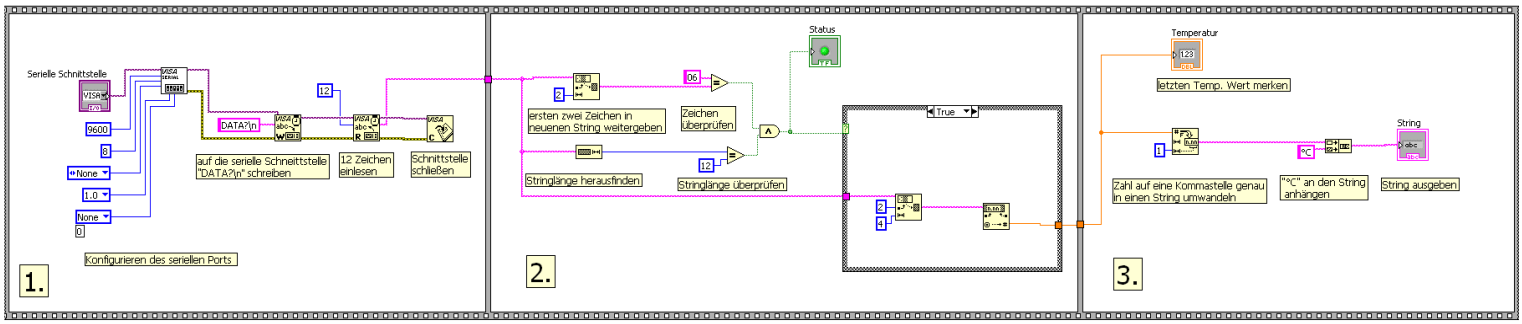


Abbildung 7-6 Übersicht - Temoeraturmessung

In der ersten Sequenz werden die Temperaturdaten vom Messgerät ausgelesen und in einen String geschrieben

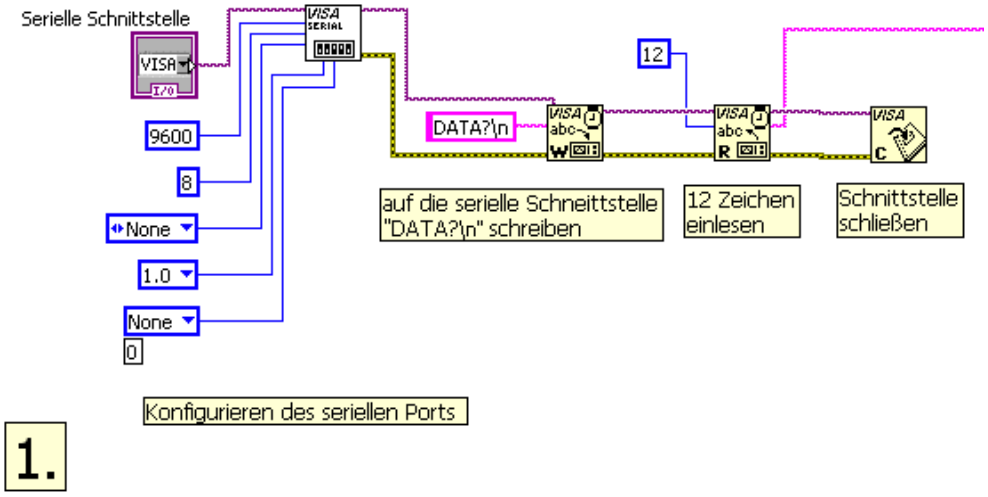


Abbildung 7-7 Temperaturmessung 1.Sequenz

Im Block „Serielle Schnittstelle“ steht der Name der ausgewählten seriellen Schnittstelle, an der das Messgerät angeschlossen wurde. Im VISA-Block rechts daneben wird die Serielle Schnittstelle so konfiguriert, wie es für das Messgerät vorgesehen ist.
Folgende Einstellungen wurden aus dem Datenblatt des Digital-Multimeter Amprobe 38X-R entnommen:

- Baudrate von 9600
- 8 Datenbits
- Parity NONE
- Stop bits (1)
- Flow control NONE

Mit dem Dritten Funktionsblock wird der String „DATA?\n“ auf den Seriellen Bus geschrieben und so an das Messgerät gesendet. Das Messgerät sollte dann einen 12- Zeichen langen Hex-Code zurückschicken, der dann mit dem Vorletzten Funktionsblock in einen String gespeichert und in der 2.Sequenz weiterverarbeitet wird. Am Schluss wird die Serielle Schnittstelle geschlossen.

7.4.4. 2.Sequenz:

In der zweiten Sequenz wird der empfangene Hex-Code überprüft, da es zu Fehlern beim Empfangen der Daten kommen kann. Wurde der Code Korrekt übertragen, wird die Information über die aktuelle Temperatur herausgefiltert und in eine Zahl umgewandelt.

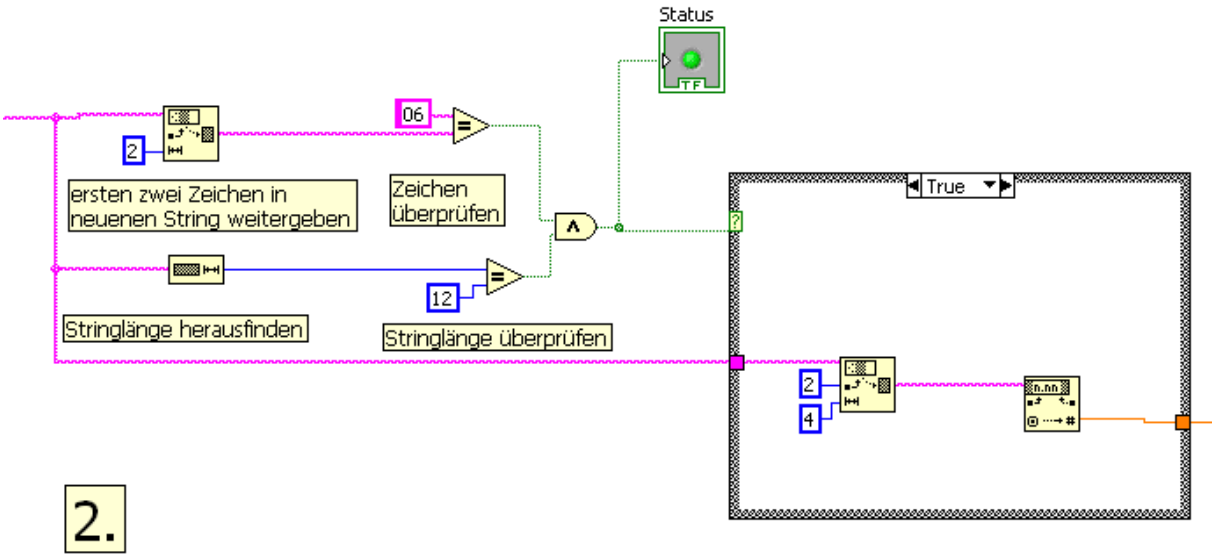


Abbildung 7-8 Temperaturmessung 2. Sequenz

Als erstes werden oben links die ersten zwei Stellen, des 12 Bit langen Hex-Codes überprüft, da diese Informationen über den Messbereich bieten. Wie man aus der oben angeführten Tabelle erkennen kann, steht der Hex-Code „06“ für den Temperatur-Messbereich, da die Temperatur gemessen werden soll. An der Universität werden Thermoelemente verwendet, um die hohen Temperaturwerte zu messen. Da das Messgerät diese aber problemlos erkennt und auch über diese die Temperatur richtig messen kann, müssen keine Spannungen gemessen werden. Zusätzlich zum richtigen Messbereich, wird links mittig, die Länge des empfangenen Codes gemessen und so sichergestellt, das der Hex-Code richtig übertragen wurde.

Case-Struktur:

In der Case-Struktur wird die Information über die aktuelle Temperatur herausgefiltert, indem die ersten zwei Stellen, die den Messbereich darstellen übersprungen werden und die nachfolgenden vier Stellen als Temperaturwert in einen neuen String geschrieben werden. Der resultierende String wird im zweiten Block in eine Zahl umgewandelt und an die nächste Sequenz weitergegeben.

Im Fehlerfall (Case=False) wird der Status auf False gesetzt und der letzte gespeicherte Temperaturwert anstatt des neuen ausgegeben:

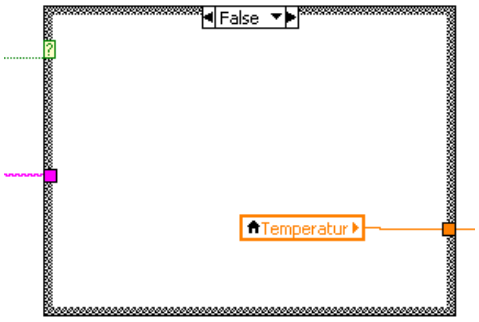


Abbildung 7-9 Temperaturmessung 1.Sequenz Case-Struktur

7.4.5. 3.Sequenz

In der Dritten Sequenz wird der Temperaturwert gespeichert und in einen String umgewandelt, der dann beim anzeigen der aktuellen Temperatur auf der Benutzer- Oberfläche und beim speichern eines Bildes verwendet wird:

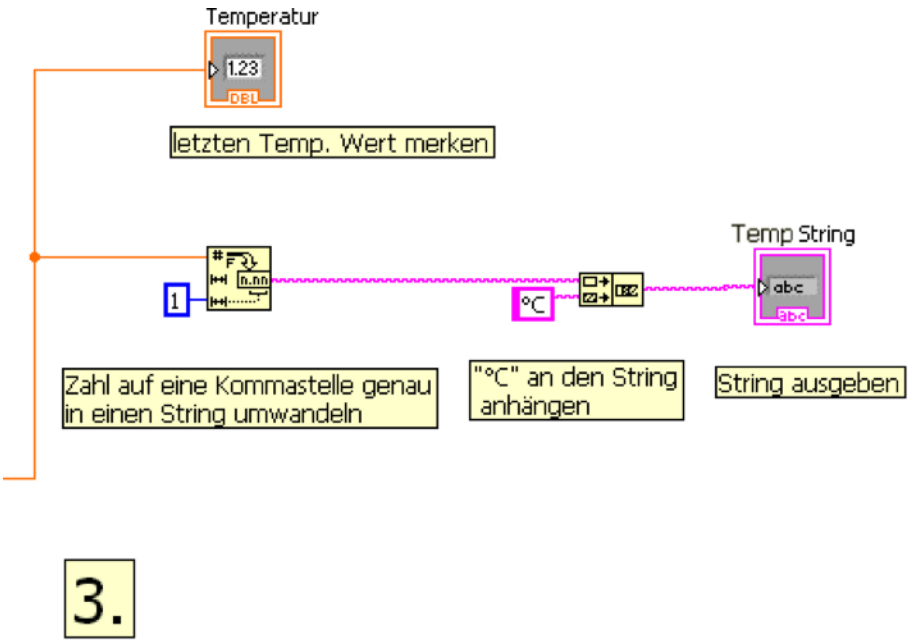


Abbildung 7-10 Temperaturmessung 3.Sequenz

Der obere Block gibt den aktuellen Temperaturwert an eine Anzeige auf der Programmoberfläche weiter und dient als Zwischenspeicher, falls später kein gültiger Hex-Code empfangen werden kann. Mit dem Block darunter wird die Zahl auf eine kommastelle genau in einen String umgewandelt, und dann im nächsten Block mit der Endung „°C“ versehen. Am Schluss wird der String in die Variable „Temp String“ ausgegeben, um diese beim Speichern von Bildern wiederverwenden zu können.

8. Installationspaket erstellen

Um das Programm samt allen Treibern und zusätzlicher Software installieren zu können muss ein Installationspaket erstellt werden.
In diesem Abschnitt werden die dazu erforderlichen Schritte erklärt.

8.1. Erstellen eines neuen Projekts

Der erste Schritt beim Erzeugen des Installer Packages ist ein neues Projekt zu erstellen und alle erforderlichen Dateien hinzuzufügen.
Dazu geht man wie folgt vor.

Man öffnet das LabView-Programm für das man ein Installer Package erstellen will.
Als nächstes klickt man unter dem Menüpunkt „Projekt“ auf „Neues Projekt“.

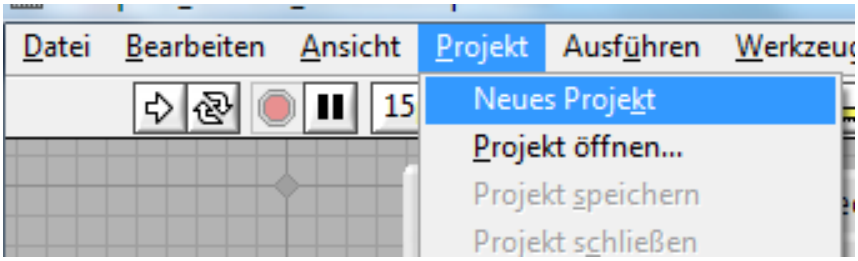


Abbildung 11 Neues Projekt

Es öffnet sich folgendes Fenster bei dem man auf “Hinzufügen“ klickt.
Dadurch wird das aktuelle VI zu dem Projekt hinzugefügt.

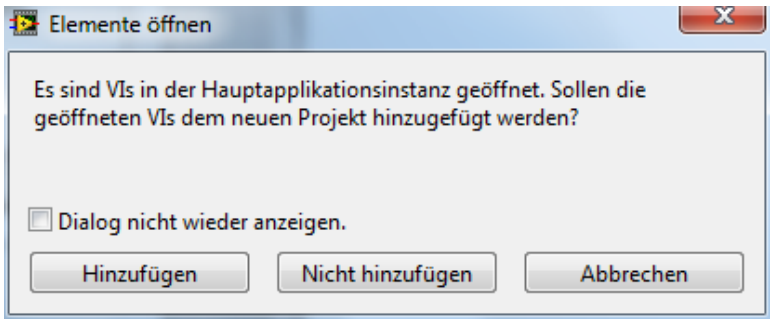


Abbildung 12 VI Hinzufügen

Es öffnet sich der Projektexplorer.
Als erstes speichert man das Projekt ab. Dabei ist zu beachten, dass der Pfad nicht zu lang sein darf da es sonst später zu Fehlern kommen kann.

8.2. Erstellen der .exe

Um die .exe Datei zu erstellen klickt man mit der rechten Maustaste auf „Build-Spezifikationen“ und wählt unter dem Punkt „Neu“ „Applikation(EXE)“ aus.

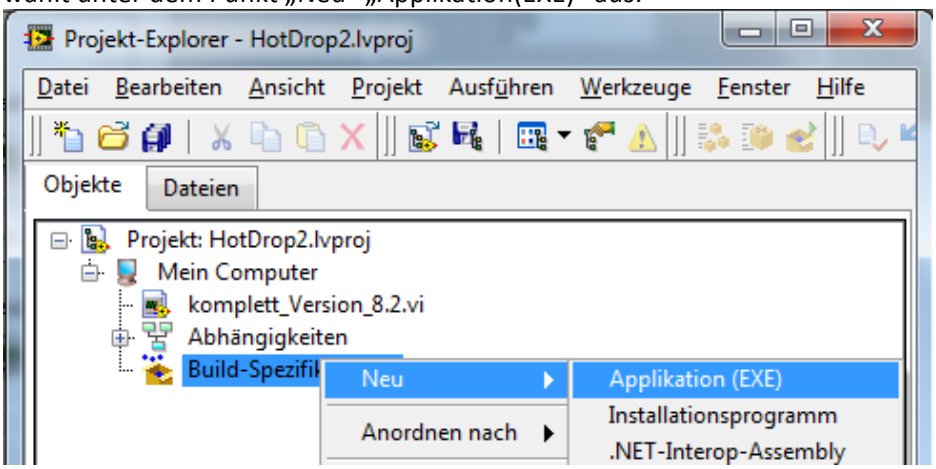


Abbildung 13 Exe erstellen

Es öffnet sich ein Fenster in dem Einstellungen vorgenommen werden können.

Einstellungen

1. Name vergeben:
   Unter dem Menüpunkt „Informationen“ gibt man den Namen ein den die exe-Datei haben soll.

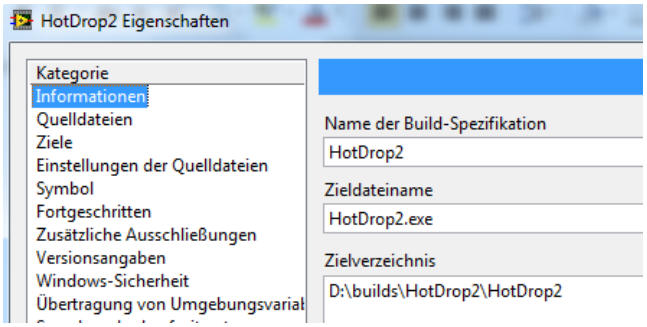


Abbildung 14 Exe erstellen Einstellungen Informationen

2. Quelldateien auswählen:
   Unter dem Menüpunkt „Quelldateien“ markiert man die gewünschten Dateien und klickt auf den Pfeil nach rechts um sie hinzuzufügen.

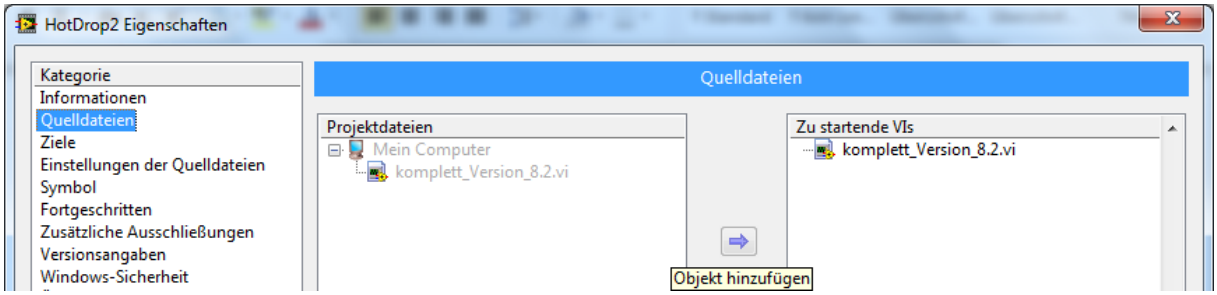


Abbildung 15 Exe erstellen Einstellungen Quelldatei

3. Einstellungen der Quelldateien
   Unter dem Menüpunkt „Einstellungen der Quelldateien“ können verschiedenste Einstellungen vorgenommen werden. Hier kann der Name den die VI haben soll eingestellt werden. Dazu muss man bei „ Diese Datei im Build umbenennen“ einen Haken machen und darunter den gewünschten Namen eintragen.

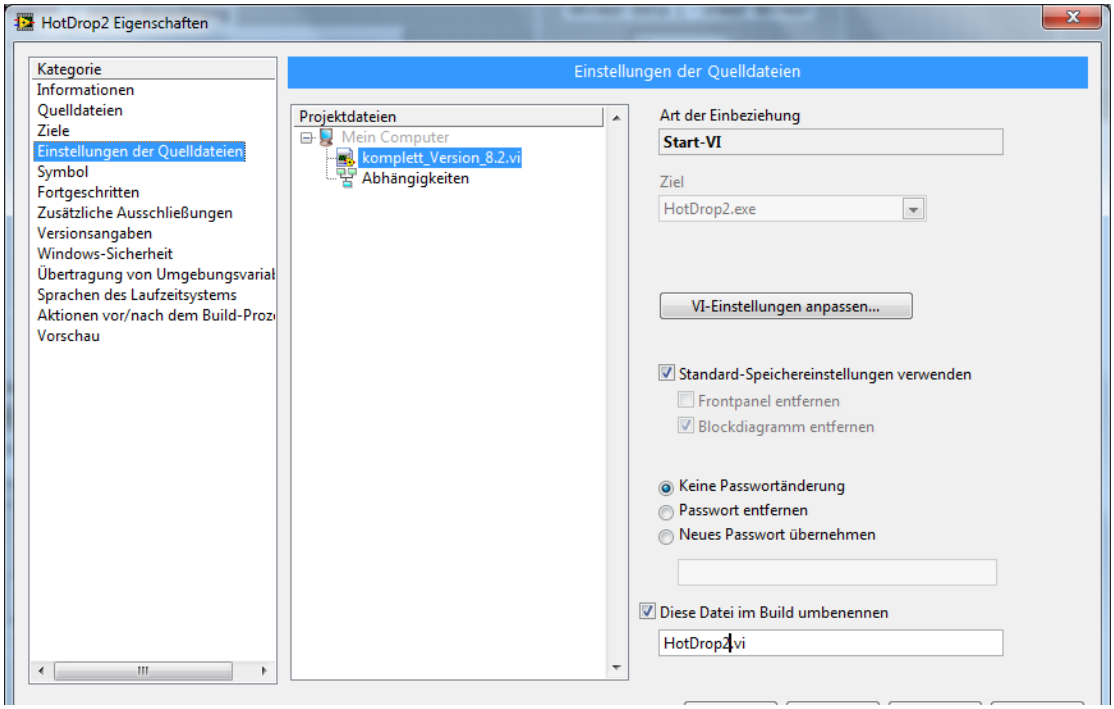


Abbildung 16 Exe erstellen Einstellungen Einst. Quelldatei

4. Symbol Auswählen
   Unter dem Menüpunkt „Symbol“ kann ein Symbol für die exe erstellt oder ausgewählt

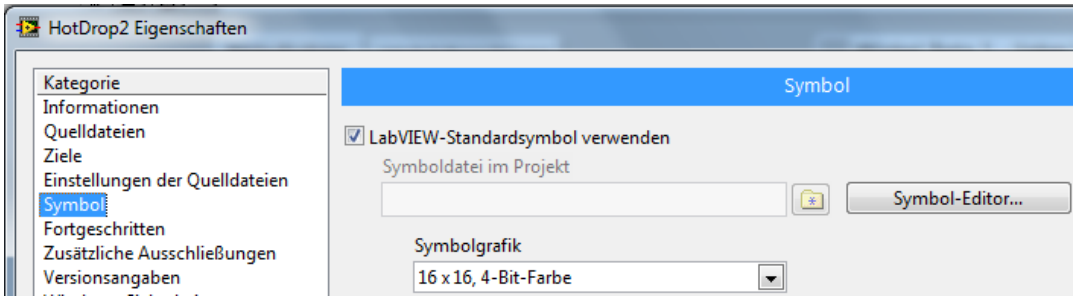


Abbildung 17 Exe erstellen Einstellungen Symbol Auswählen

Dazu entfernt man den Haken bei „ LabVIEW-Standartsymbol verwenden“.

Es öffnet sich ein Fenster bei dem man auf Hinzufügen klickt und das gewünschte Symbol auswählt.

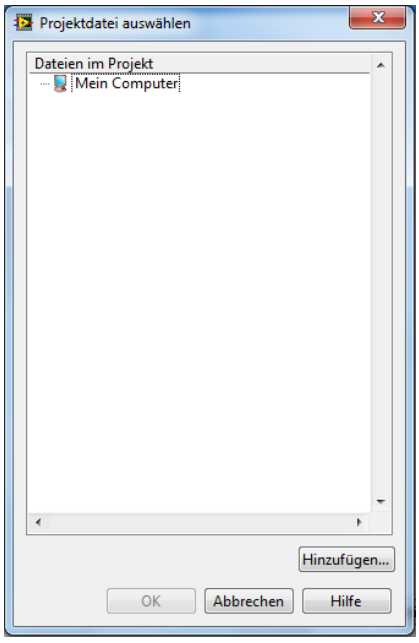


Abbildung 18 Exe erstellen Einstellungen Symbol Auswählen Speicherort

5. Fortgeschrittene Einstellungen
   Unter dem Menüpunkt „Fortgeschritten“ macht man einen Hacken bei den Punkten „Fehlersuche aktivieren“, „Fehlersucht vor Ausführungsbeginn“ und „Fehlercodedateien kopieren. Sind diese Optionen nicht ausgewählt kann es zu Komplikationen beim Erstellen kommen.

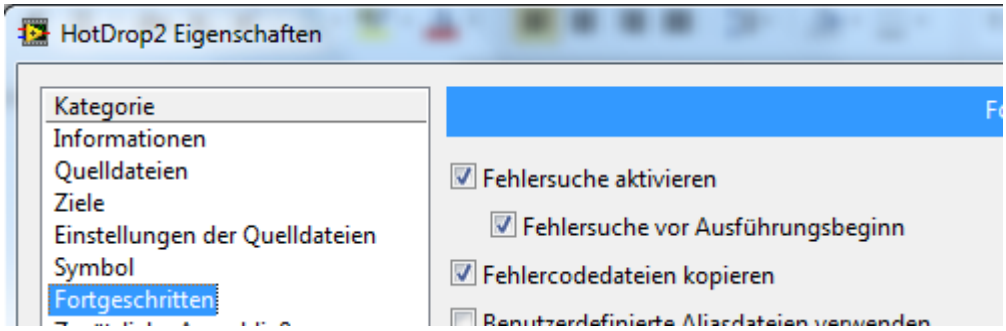


Abbildung 19 Exe erstellen Einstellungen Fortgeschrittene Einstellungen

6. Zusätzliche Ausschließungen
   Unter dem Menüpunkt „Zusätzliche Ausschließungen“ entfernt man alle Hacken da es sonst zu Fehlern beim Erstellen kommen kann.

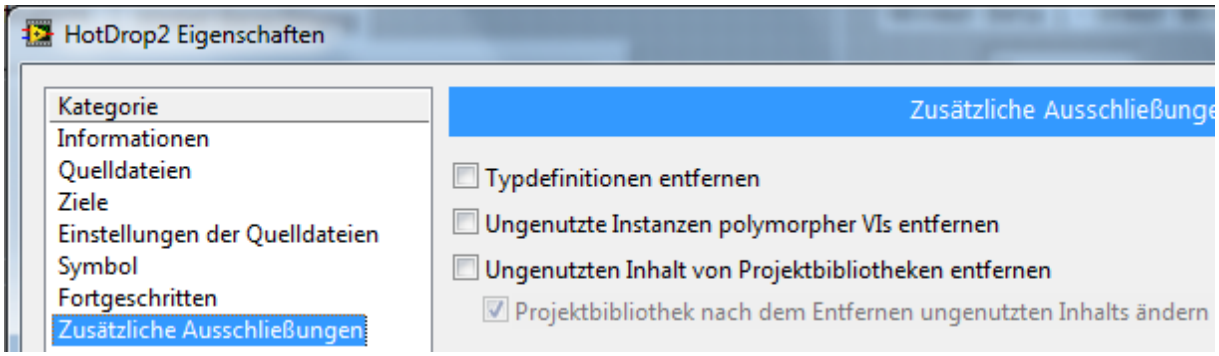


Abbildung 20 Exe erstellen Einstellungen Zusätzliche Ausschließungen

7. Erstellen
   Als letztes kickt man unten auf den Button „Erstellen“.
   Dann wird die exe Datei erstellt und in dem ausgewählten Ordner abgespeichert.
   Hat alles funktioniert erscheint folgendes Fenster:

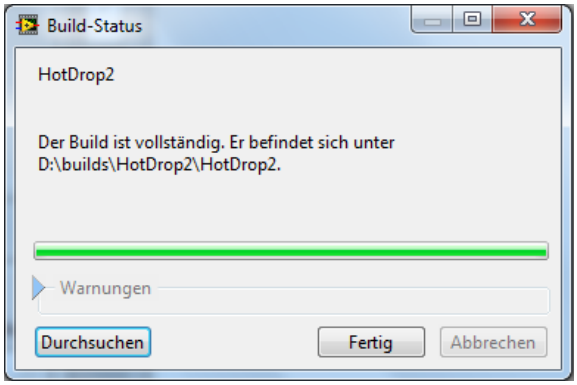


Abbildung 21 Build Status

Und im Projekt – Explorer erscheint unter „Build-Spezifikationen“ die neue Datei.

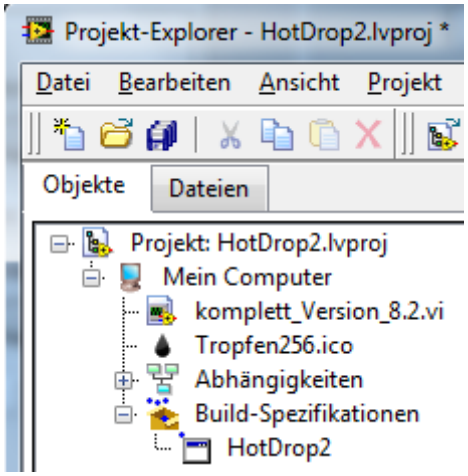


Abbildung 22 Build Spezifikationen

8.3. Erstellen der Installer Datei

Hat man die exe Datei erstellt kann man als nächstes das Installationsprogramm erstellen.
Um die Treiber einbinden zu können muss als erstes der Ordner in dem sich die Treiberdateien befinden zu den Projekt hinzugefügt werden.
Dazu klickt man im Projekt-Explorer auf „ Mein Computer“ -> „Hinzufügen“ -> „Ordner(Autofüllfunktion)“ und wählt dann den gewünschten Ordner aus.

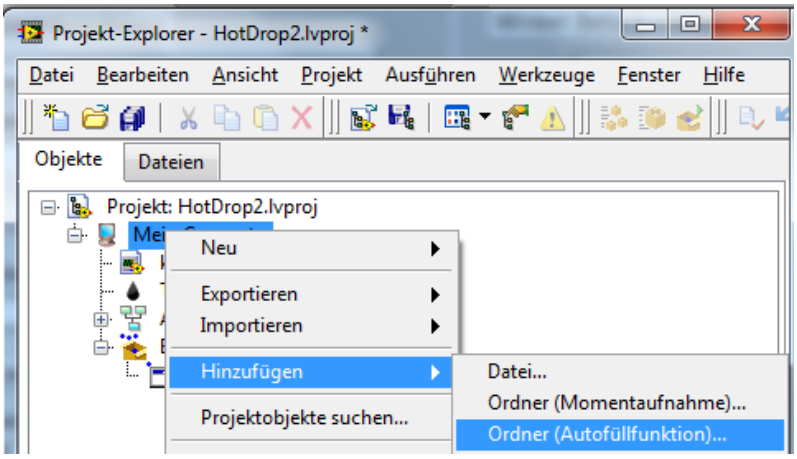


Abbildung 23 Ordner zu Projektexplorer hinzufügen

Danach befindet sich der Ordner unter den Objekten im Projekt-Explorer.

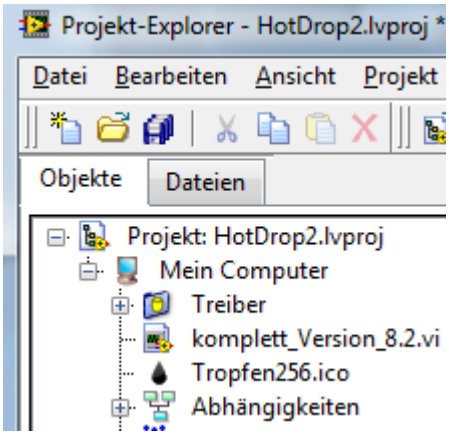


Abbildung 24 Projekt Explorer

Jetzt kann das Installationsprogramm erstellt werden.
Dazu klickt man als erstes mit der rechten Maustaste auf „Build-Spezifikationen“ und wählt

unter dem Punkt „Neu“ „Installationsprogramm“ aus.

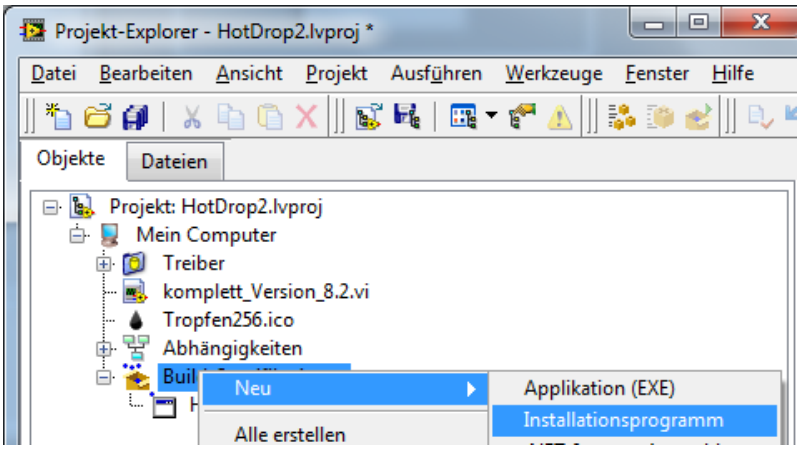


Abbildung 25 Installer erstellen

Es öffnet sich ein Fenster in dem Einstellungen vorgenommen werden können.

Einstellungen

1. Namen und Pfad einstellen
   Unter dem Menüpunkt „Produktinformationen“ können der Name und der Speicherort eingestellt werden.

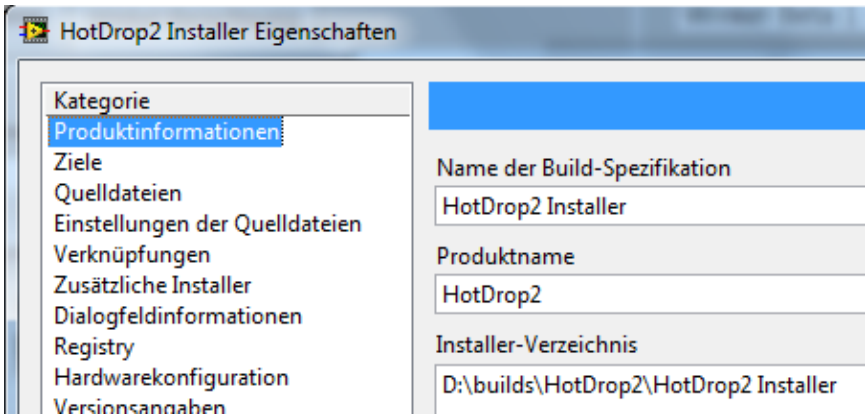


Abbildung 26 Installer erstellen Einstellungen Name und Pfad

2. Zusätzliche Ordner erstellen
   Als nächstes erstellt man einen Ordner für die Treiber.

Dazu klickt man unter dem Punkt „Ziele“ auf das Ordnersymbol links unten.

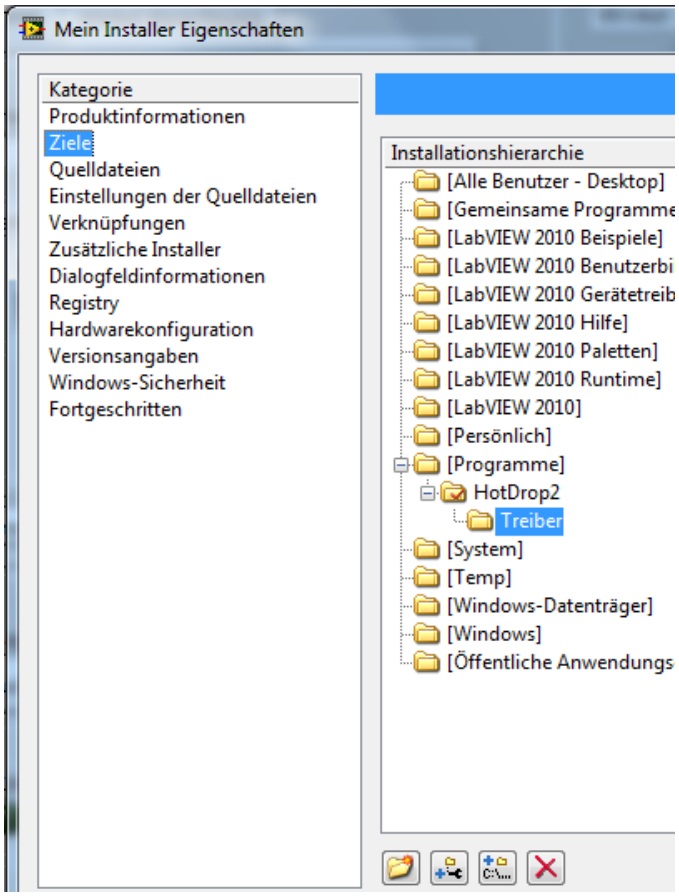


Abbildung 27Installer erstellen Einstellungen zusätzliche Ordner erstellen

3. Quelldateien hinzufügen

Jetzt kann man die Quelldateien hinzufügen.
Dazu wählt man unter „Quelldateien“ die benötigten Dateien und die gewünschten Zielordner aus und klickt auf den Pfeil nach rechts um sie hinzuzufügen.

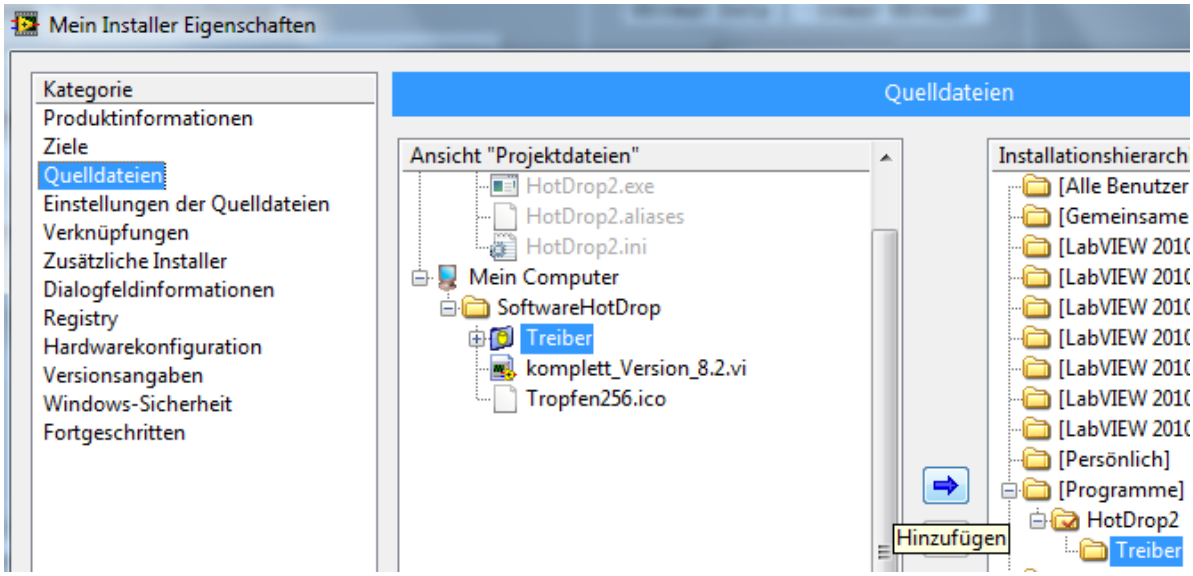


Abbildung 28 Installer erstellen Einstellungen Quelldatei hinzufügen

4. Zusätzliche Installer hinzufügen

Unter dem Punkt „Zusätzliche Installer“ können durch anhaken die benötigten Installer ausgewählt werden.

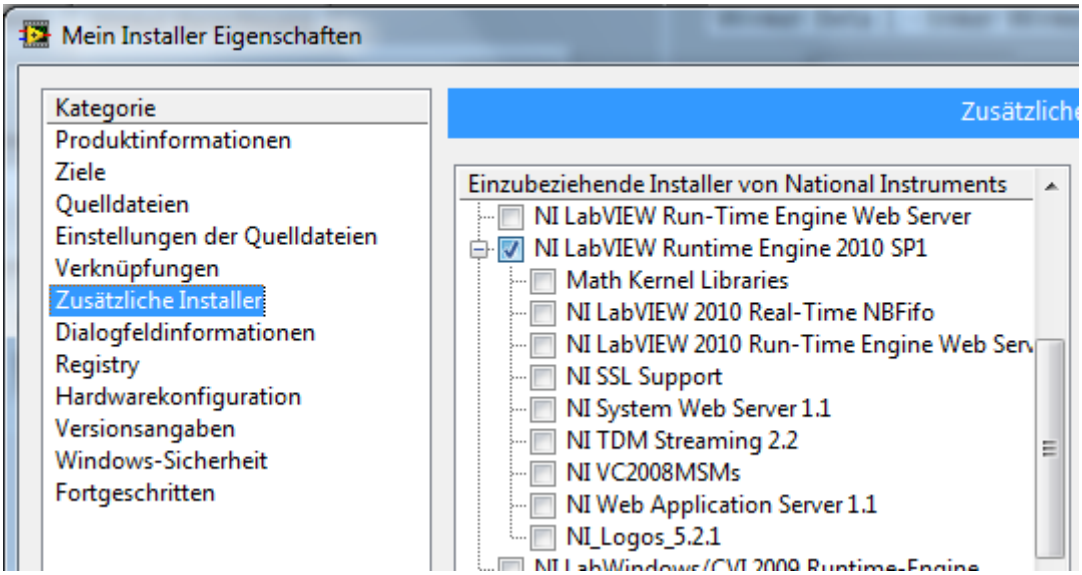


Abbildung 29 Installer erstellen Einstellungen zusätzliche Installer

Wir Benötigten folgende zusätzlichen Installer:
- NI LabView Run-Time Engine 2010 SP1
- NI Vision Run-Time Engine 2010 SP1
- NI-IMAQdx 3.7
- NI-Serial 3.6.0
- NI-VISA Runtime 5.0.3

5. Dann klickt unten auf „Erstellen“.
   Und es öffnet sich folgendes Fenster. Hat man alle angeführten CDs klickt man auf „Yes“.

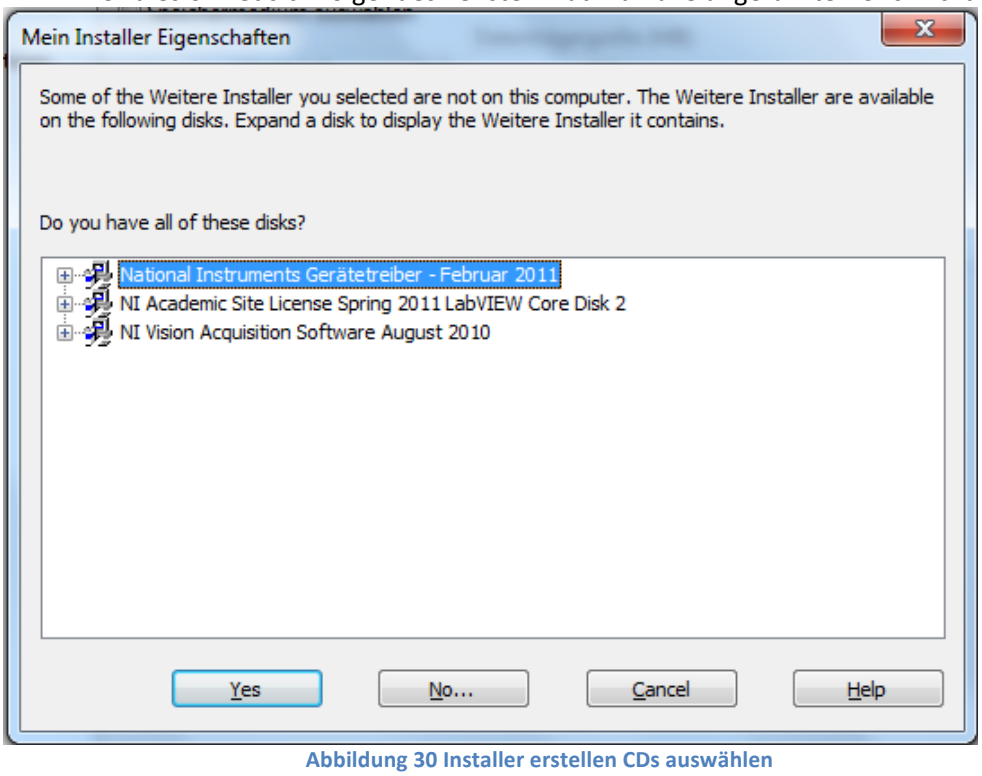


Abbildung 30 Installer erstellen CDs auswählen

Danach wird man aufgefordert den Pfad zu den Dateien anzugeben.
Hat man das gemacht werden die erforderlichen Daten kopiert und zum Installer Package hinzugefügt.

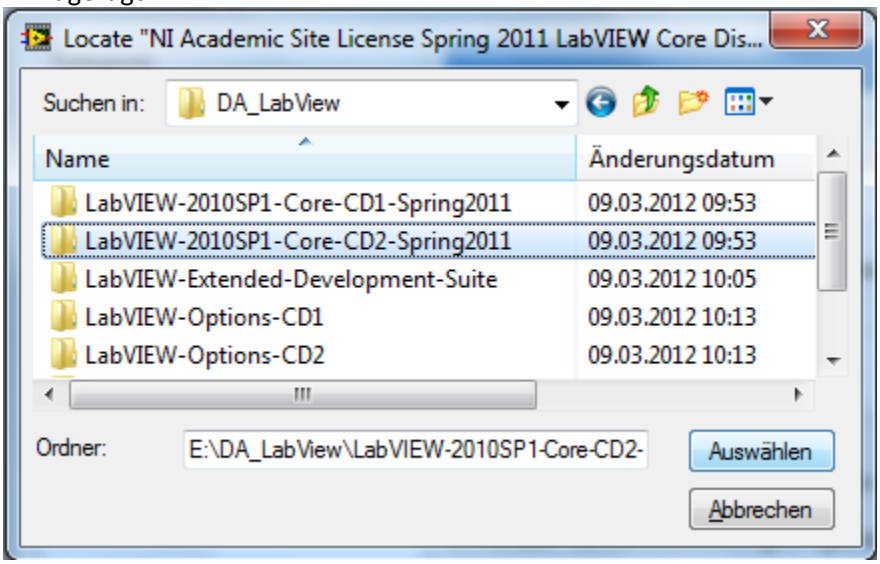


Abbildung 31Installer erstellen Pad zu CDs

Sind alle Dateien hinzugefügt wird der Installer erstellt und wird dann im Projekt-Explorer bei den Objekten angezeigt.

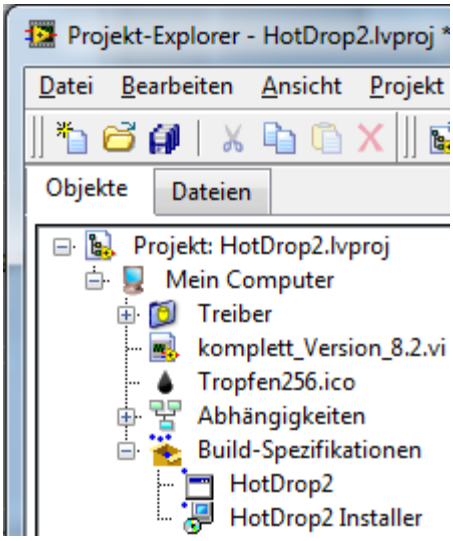


Abbildung 32 Installer erstellen Fertige Projektdateien

9. Hardware

9.1. Allgemeines

Dadurch, dass sobald der geschmolzene Metalltropfen glüht die Kostrastverhältnisse zwischen Tropen und Hintergrund zu schlecht sind können die Konturen nicht mehr ausreichend gut erkannt werden um eine automatische Messung der Winkel durchzuführen. Um dieses Problem zu lösen wurde eine Hardware entwickelt um, wenn der Tropen zu glühen beginnt, die Hintergrundbeleuchtung ausschalten zu können. Dadurch ist der Kontrast des hellen Tropfens zum dunklen Hintergrund wieder ausreichend groß.
Die Ansteuerung der Hintergrundbeleuchtung ist entweder durch einen Schalter direkt an der Hardware, durch einen Button im Programm per Mausklick oder automatisch durch das Programm möglich. Für die automatische Ansteuerung der Hintergrundbeleuchtung wurde mit Hilfe von NIVision ein Programm erstellt das den Kontrast zwischen Hintergrund und Tropfen misst.
Bei der Hintergrundbeleuchtung handelt es sich um einen 500W Halogenscheinwerfer.

9.2. Konzept

9.2.1. Blockschaltbild

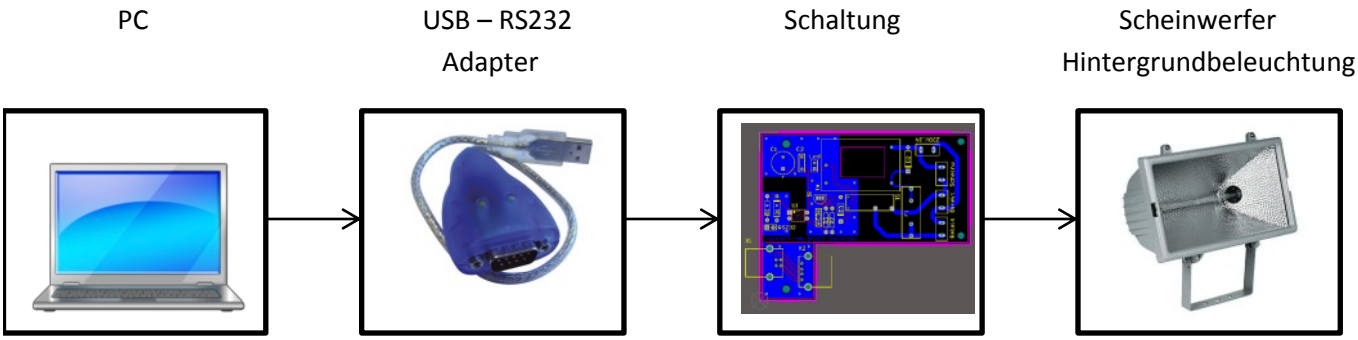


Abbildung 9-1 - Blockschaltbild Hardware

Als Verbindung zum Computer haben wir uns für die RS232 Schnittstelle entschieden.
Da der verwendete Laptop keine RS232 Schnittstelle besitzt wird einen USB – RS 232 Adapter verwendet. Die Ansteuerung der Platine geschieht über die Handshake Leitung DTR der RS 232 Schnittstelle da diese, ohne viel Aufwand, mit LabVIEW ansteuerbar ist.

9.3. Entwicklung

9.3.1. Allgemeines

Die Schaltung wurde zuerst auf dem Papier entwickelt, auf einem Steckbrett aufgesteckt und getestet. Als nächstes wurde sie auf einer Lochrasterplatine aufgelötet. Dann wurde sie mit Hilfe des Programmes Altium Designer Release 10 gezeichnet und ein PCB entworfen das in der hauseigenen Leiterplattenherstellung der HTL Hollabrunn gefertigt wurde. Dieses PCB wurde bestückt und die Bauteile eingelötet. Zum Schluss wurde die Platine in ein Gehäuse eingebaut.

9.3.2. Schaltung

Die Schaltung ist grundsätzlich in 3 Teile unterteilt.

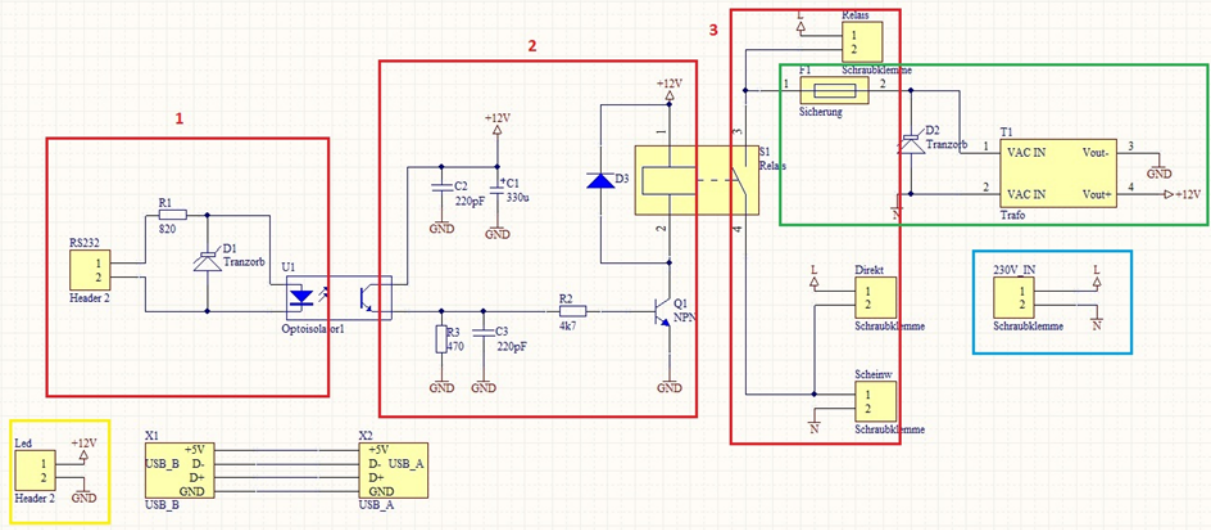


Abbildung 9-2 - Übersicht Schaltung Hardware

Teil 1:

Der erste Teil ist an dem USB - RS 232 Konverter angeschlossen. Über die DTR Leitung wird ein Optokoppler angesteuert. Der Widerstand R1 begrenzt den Strom der durch den Optokoppler fließt. Mit der Transzorbdiode D1 wird sichergestellt, dass keine zu hohen Spannungen an dem Optokoppler anliegen können.

Teil2:

Im zweiten Teil der Schaltung wird mit dem Ausgang des Optokopplers der Transistor Q1 angesteuert. Die Kondensatoren C1, C2 und C3 werden verwendet um die Spannung stabil zu halten. Über die Widerstände R2 und R3 wird der Strom eingestellt der in den Transistor fließt. Die Diode D3 dient als Freilaufdiode. Die Freilaufdiode verhindert Überspannungen die beim abschalten des Relais entstehen können.

Teil3:

Das vom Transistor Q1 angesteuerte Relais steuert den Scheinwerfer an, der an der Schraubklemmen „Scheinw“ angeschlossen ist.

An die Schraubklemmen „Relais“ und „Direkt“ ist ein dreistufiger Schalter angeschlossen. Schaltet man auf „EIN“ werden die beiden Anschlüsse der Schraubklemme „Direkt“ miteinander verbunden und der Scheinwerfer wird direkt mit Strom versorgt. Schaltet man auf „AUTO“ werden die beiden Anschlüsse der Schraubklemme „Relais“ verbunden. Dadurch wird einerseits Der Trafo T1 versorgt(grüner Bereich) die Platine mit 12V Gleichspannung Versorgt und andererseits Spannung an das Relais angelegt. Jetzt kann der Scheinwerfer über das Relais angesteuert werden.

Led:

Hier befinden sich Anschlüsse für die Led die anzeigt ob die Schaltung in Betrieb ist.

Versorgung:

An dieser Schraubklemme wird die 230V Netzspannung angeschlossen

Trafo:

In diesem Bereich befindet sich der Trafo der die Platine mit 12V versorgt. Wie im Datenblatt beschrieben wurde eine Sicherung und ein Transzorbdiode eingebaut. Diese dienen zum Schutz des Transformators

9.3.3. Leiterplatte

9.3.3.1. Allgemeines

Das PCB Layout wurde mit Altium Designer Release 10 erstellt.

9.3.3.2. PCB Layout

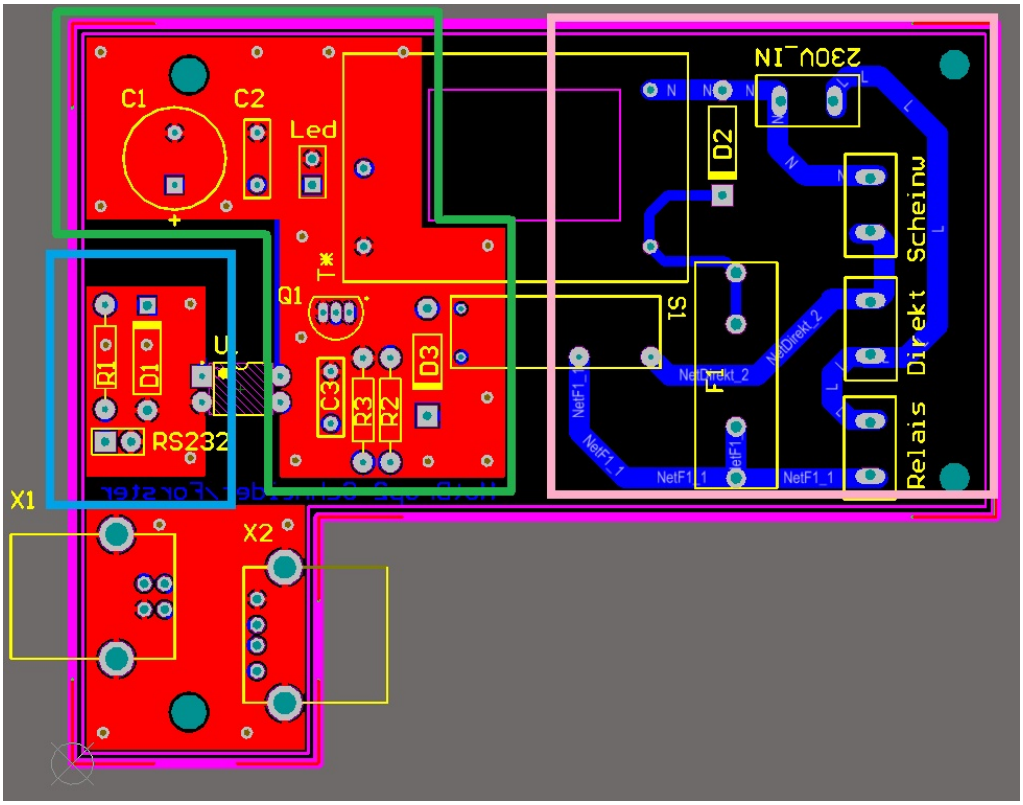


Abbildung 9-3 - PBC Layout Hardware

Beim Entwickeln des Layouts musste besonders darauf geachtet werden, dass es eine klare Trennung zwischen dem 230V Teil und dem Rest der Schaltung gibt. Leiterbahnen auf denen Netzspannung anliegt müssen einen Mindestabstand von 6 mm zu anderen Leiterbahnen aufweisen. Diese Regel wurden in Altium in den Design Rules festgelegt.
Die roten Masseflächen dienen dazu Störungen abzuschirmen. Sie sind sowohl im Top Layer als auch im Bottom Layer vorhanden. Die Masseflächen sind durch mehrere Vias(Durchkontaktierungen) miteinander verbunden

Eingang:

Der blaue Bereich ist der Eingangsteil der Schaltung. Hier werden die DTR und die GND Leitung des RS232 Adapters angeschlossen.

12 V Teil:

Der Grüne Bereich ist der 12V Teil der Schaltung. Hier befinden sich unter anderem der Transistor der das Relais ansteuert und die LED die anzeigt ob die Schaltung in Betrieb ist.

230V Teil:

Der rosa Bereich ist der 230V Teil der Schaltung. Hier ist zu beachten das der Abstand zwischen dem L und dem N Leiter mindestens 3 mm betragen muss. Um dies zu gewährleisten mussten die Pads der Schraubklemmen angepasst werden. Außerdem ist zu beachten, dass die Leiterbahnen nicht zu schmal sein dürfen da hohe Ströme fließen.

Bestimmung der Leiterbahnbreite im 230 V Teil:

Bei der Bestimmung der Leiterbahnbreite wurde von einem Maximalen Strom von 4A und einer Leiterbahndicke von 35µm ausgegangen. Dann wurde in einem Diagramm abgelesen welche Leiterbahnbreite erforderlich ist.

Diagramm:

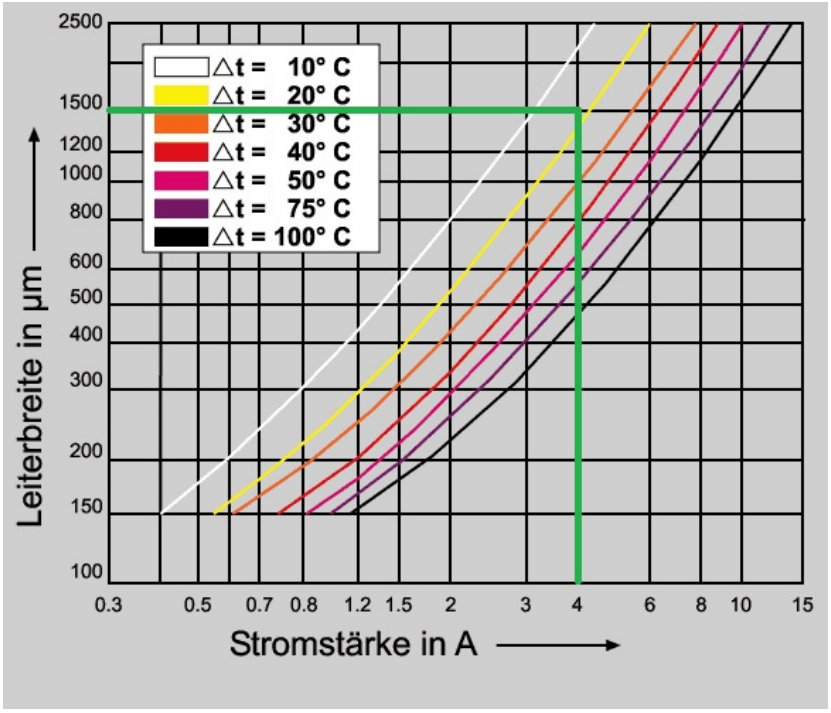


Abbildung 9-4 - Diagramm Stromstärke Leiterplatten

Wir haben uns entschieden eine minimale Leiterbahnbreite von 1,5 mm zu wählen da es dann nur zu einer leichten Erwärmung kommt. Die minimale Leiterbahnbreite wurde in den Design Rules in Altium festgelegt. Außerdem wurde in den Design Rules eingestellt, dass wenn möglich eine Leiterbahnbreite von 2mm verwendet wird.

9.4. Bauteile

In diesem Abschnitt wird näher auf einige in der Schaltung verwendete Bauteile eingegangen.

9.4.1. Optokoppler

9.4.1.1. Theorie

Allgemeines:

Ein Optokoppler ist ein optoelektronisches Bauelement. Er dient zur Übertragung eines digitalen oder analogen Signals zwischen zwei galvanisch getrennten Stromkreisen. Ein Optokoppler besteht aus einem Optischen Sender und einem Optischen Empfänger.

Schaltzeichen:

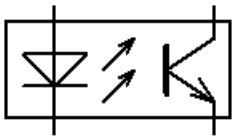


Abbildung 9-5 - Schaltsymbol Optokoppler

9.4.1.2. Verwendung

Der Optokoppler wird in der Schaltung verwendet um sicherzustellen, dass der Computer an dem sie angeschlossen ist keinen Schaden nimmt.
Wegen seiner Verfügbarkeit haben wir uns für den Optokoppler PC817 entschieden.

9.4.2. Supressordiode (Transzorbdiode)

9.4.2.1. Theorie

Allgemeines:
Die Transzorbdiode ist ein Halbleiterbauelement.
Sie dient zum Schutz vor kurzzeitigen Überspannungen an elektrischen Eingängen.
Schaltzeichen:

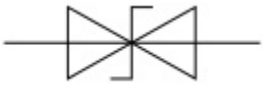


Abbildung 9-6 - Schaltsymbol Supressordiode

9.4.2.2. Verwendung

In der Schaltung sind zwei Transzorbdioden eingebaut. Die Diode D1 wird verwendet um den Eingang des Optokopplers vor zu hohen Spannungen in Sperrrichtung zu Schützen. Die Diode D2 wird zum Schutz des Trafos vor Überspannungen eingesetzt.

9.5. USB RS 232 Converter

Der RS 232 Adapter wurde in das Gehäuse eingebaut sodass von außen nur noch die USB Schnittstelle zu sehen ist. Dazu wurde auf der Platine eine USB B Buchse eingelötet an die, durch eine Öffnung im Gehäuse, ein USB B Kabel angeschlossen werden kann. Diese USB B Buchse ist über die Platine mit einer USB A Buchse verbunden an der im Inneren der Box der USB -RS232 Converter angeschlossen wird.

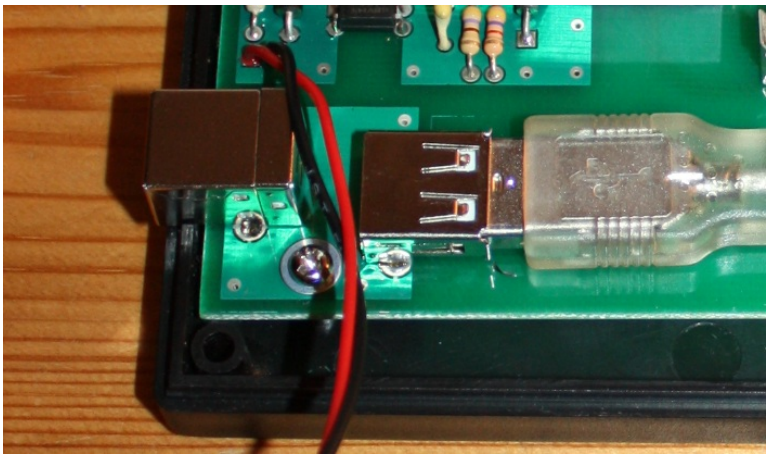
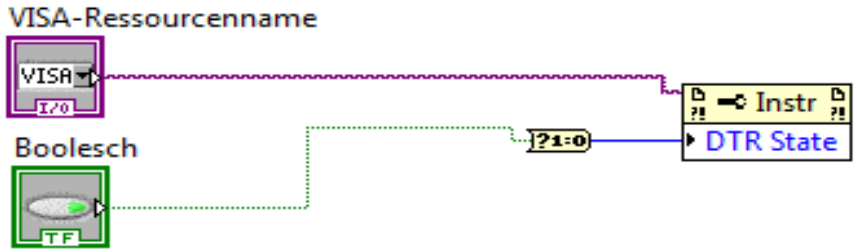


Abbildung 9-7 - Durchführung USB

9.5.1. Programmcode Ansteuerung DTR



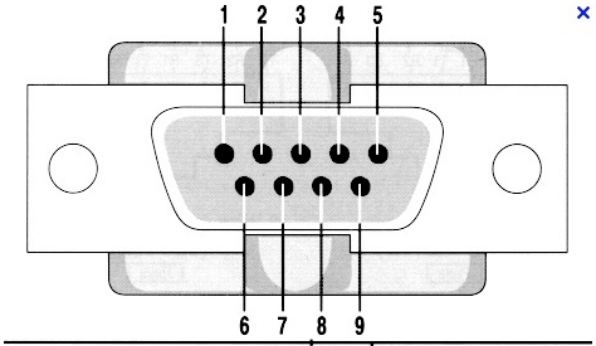
Über den Eigenschaftsknoten (Block rechts) (siehe 4.2.)wird der Status der DTR Leitung der RS232 Schnittstelle verändert. Mit VISA-Ressourcenname wird dem Eigenschaftsknoten mitgeteilt welche Schnittstelle angesteuert werden soll. Über die Variable Boolesch kann die DTR Leitung auf High oder Low geschalten werden.

Der Vorteil an dieser Lösung ist, dass falls der USB - RS232 kaputt wird oder es zu Kompatibilitätsproblemen mit dem Computer kommt einfach ein anderer USB - RS 232 Converter angeschlossen werden kann.

Ausgangsspannungen:
Ist die DTR Leitung auf High geschalten wird eine Spannung von 6.21V ausgegeben. Ist die Leitung auf Low geschalten wurde eine Spannung von – 6.18V gemessen.

9.6. Pinbelegung RS 232

Für die Ansteuerung der Hardware wurde die DTR Leitung der RS 232 Schnittstelle verwendet.



Pin	Signal	Pin	Signal
1	Data Carrier Detect	6	Data Set Ready
2	Received Data	7	Request to Send
3	Transmitted Data	8	Clear to Send
4	Data Terminal Ready	9	Ring Indicator
5	Signal Ground		

Abbildung 9-8 - Pinbelegung RS232

9.7. Stücklisten

Stückliste Platine:

LibRef	Designator	Description	Quantity
Schraubklemme	230V_IN, Direkt, Relais, Scheinw		4
C_Pol	C1	Polarized Capacitor	1
Cap	C2, C3	Capacitor	2
Tranzorb	D1, D2	Transient Voltage Suppression (TVS) Diode	2
Diode 1N4001	D3	1 Amp General Purpose Rectifier	1
Sicherung	F1	Fuse 1A Slow Blow	1
Header 2	Led, RS232	Header, 2-Pin	2
NPN	Q1	NPN Bipolar Transistor BC337	1
Res2	R1, R2, R3	Resistor	3
Relais	S1	PCJ-112D3M-WG	1

Trafo	T1	RAC01C	1
Optoisolator1	U1	4-Pin Phototransistor Optocoupler PC817	1
USB_B	X1	USB B Port	1
USB_A	X2	USB A Port	1
			22

Sonstige Bauteile:

Bezeichnung	Hersteller	Hersteller Nr.	Anmerkungen:	Anzahl
Drehwahlschalter	Telemecaniq ue	XB4BD33	http://at.rs-online.com RS Best.-Nr. 330-8694	1
Schutzkontakt-Steckdose Sw	PCE	601.450.01	http://www.voelkner.de Artikel-Nr.: X51778	1
Kaltgerätebuchse			In die Kaltgerätebuchse sind Sicherungshalter integriert.	1
LED Signallampe	Sedeco	BD072 12V	http://www.conrad.at Teilenummer: BD-0802 RED 12V	1
Gehäuse			http://www.neuhold-elektronik.at Best.-Nr.: PB-123	1
Feinsicherung 5x20mm			3.15A Träge	2
Feinsicherung 5x20mm			1A Träge	1
				8

9.8. Abmessungen Gehäuse

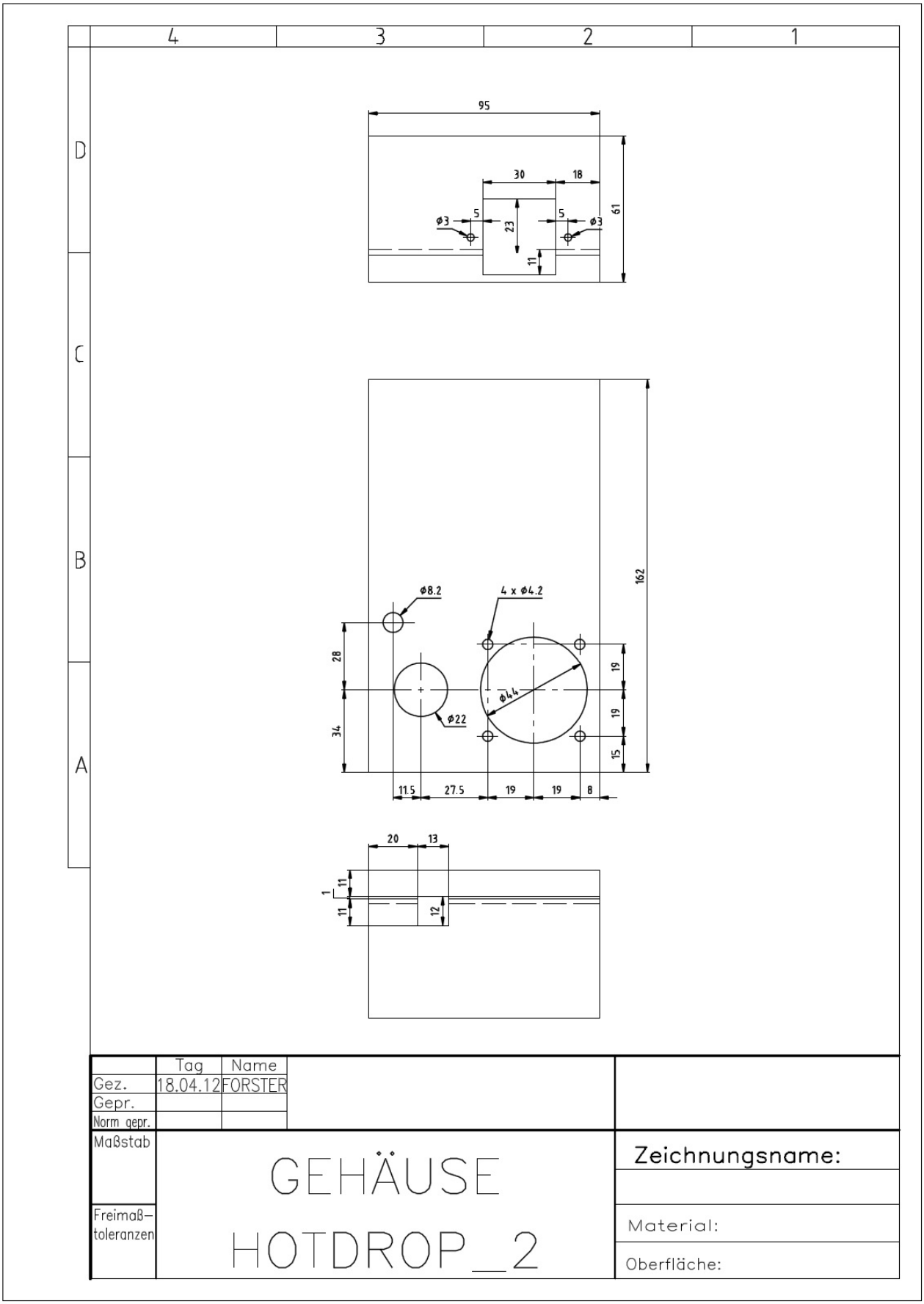


Abbildung 9-9 - Abmessungen Gehäuse

9.9. Bilder der Fertigen Hardware

Oberseite:

Abbildung 9-10 - Oberseite Hardware

Steckdose:
An dieser Steckdose wird die Hintergrundbeleuchtung angesteckt.

Wahlschalter:
Mit diesem Drehwahlschalter wird zwischen „Ausgeschalten“ ,“Eingeschalten“ und „Ansteuerung über PC“ gewählt werden.
Stellung Links (Auto) : Ansteuerung über PC
Mittelstellung (Aus) : Aus
Stellung Rechts (Ein): Direkt eingeschalten

Betriebsanzeige:
Diese LED zeigt an ob die Schalung in Betrieb ist. Sie leuchtet nur wenn der Wahlschalter auf „Auto“ eingestellt ist.

Vorderseite:

Abbildung 9-11 - Vorderseite Hardware

An der Vorderseite ist die Kaltgerätedose verbaut an die die Spannungsversorgung angeschlossen wird. In dieser Dose sind die Sicherungen integriert.

Rückseite:

Abbildung 9-12 - Rückseite Hardware

An der Rückseite sieht man die USB B Buchse über die die Hardware an den PC angeschlossen wird.

Platine:

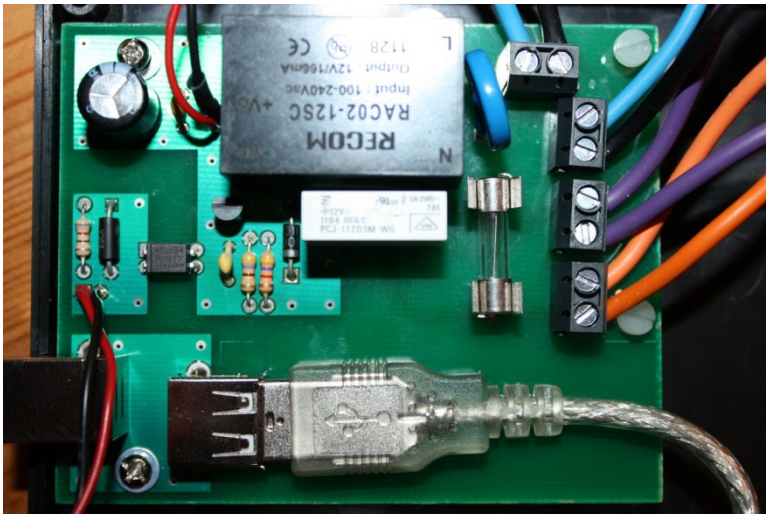


Abbildung 9-13 - Platine Hardware

Verkabelung des Wahlschalters:

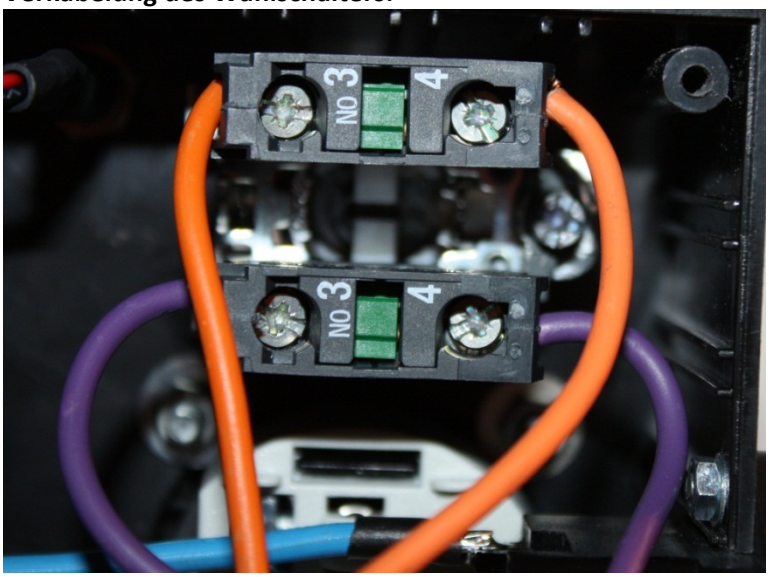


Abbildung 9-14 - Verkabelung Wahlschalter

10. Userinterface

10.1. Allgemeines

Abbildung 10-1 Userinterface

Die Benutzeroberfläche wurde grundsätzlich in zwei Bereiche unterteilt:

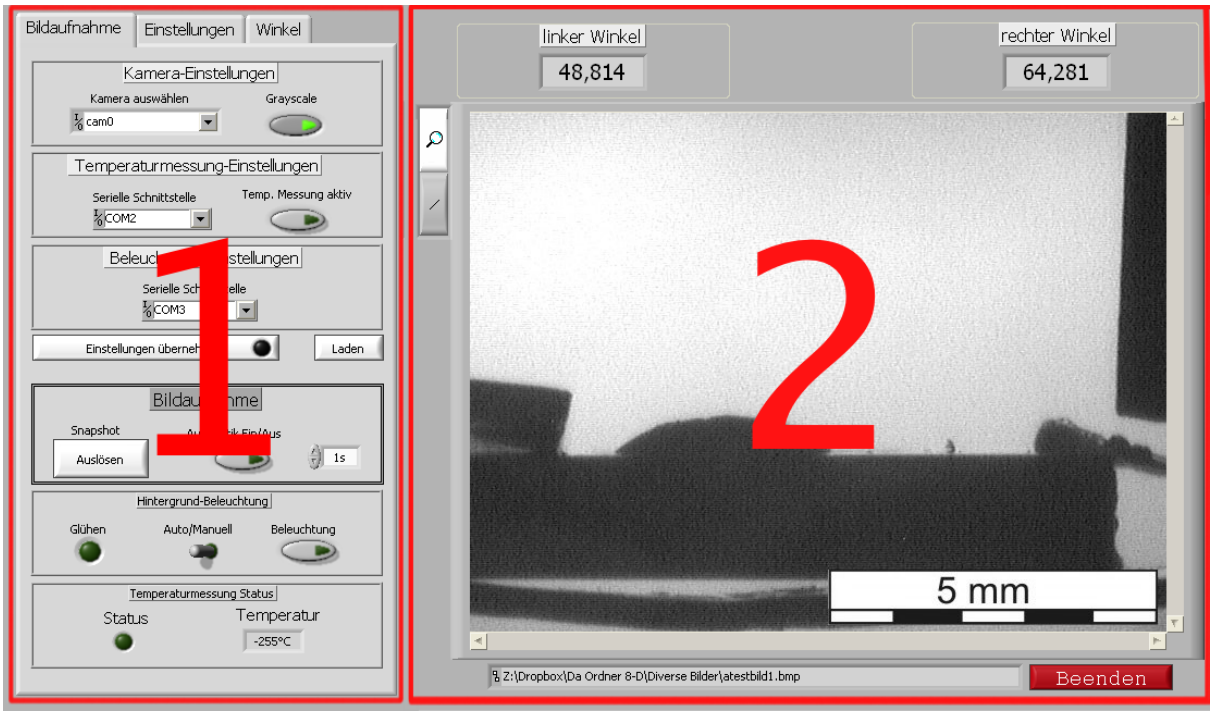


Abbildung 10-2 Unterteilung des Userinterfaces

Die Oberfläche besteht aus einem Bedienungsgeld links (1) und einem Anzeigebereich rechts (2). Im Bedienfeld werden alle Einstellungen vorgenommen, um ein Bild aufzunehmen, oder um Winkel einzeichnen zu lassen. Im Anzeigebereich werden die berechneten Winkel, der aktuell verwendete Pfad und der Tropfen samt Winkellinien angezeigt. In diesem Bereich können auch Änderungen, der eingezeichneten Winkellinien vorgenommen werden und man kann das Programm beenden.

10.2. Das Bedienfeld (1.Bereich)

Abbildung 10-3 Das Bedienfeld des Userinterfaces (1.Bereich)

10.2.1. Tab-Leiste

Das Bedienfeld besteht aus einem Menü mit mehreren Tabs, zwischen denen jederzeit hin und her gewechselt werden kann.

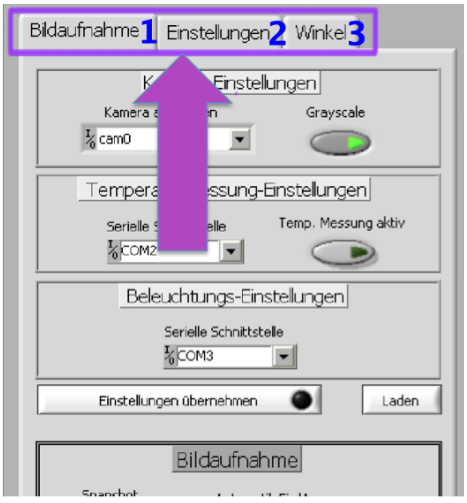


Abbildung 10-4 Tableiste des 1. Bereiches

1. Bildaufnahme
   In diesem Tab können die wichtigsten Einstellungen vorgenommen oder alle geladen werden, um Bilder eines Schmelzvorganges aufzunehmen. Danach können Bilder des Schmelzvorganges aufgenommen werden. Außerdem gibt der Tab Auskunft über die aktuelle Temperatur, darüber, ob der Tropfen glüht und es kann die Hintergrundbeleuchtung angesteuert werden.

2. Einstellungen
   Dieser Tab listet alle Einstellungen auf, die bei der Bildaufnahme geändert werden können. Darunter finden sich auch alle Einstellungen, die im Tab „Bildaufnahme“ geändert werden können. Die hier vorgenommenen Einstellungen können gespeichert und wieder geladen werden. Das Laden der Einstellungen ist nach dem Speichern auch im Tab „Bildaufnahme“ möglich.

3. Winkel
   Ein bereits aufgenommener Tropfen kann hier geladen, und Winkellinien automatisch eingezeichnet werden. Funktioniert das Anlegen der Winkellinien nicht so, wie erwünscht, können die Linien per Hand im Anzeigebereich nachgebessert werden, oder komplett neu eingezeichnet und dann per Hand im „Anzeigebereich“ angelegt werden.

Viele Einstellungen wurden, innerhalb der Tabs, zu Gruppen zusammengefasst, um eine bessere Übersicht zu erhalten. Jede Gruppe wurde mit einem grauen Rahmen umschlossen und mit einer Überschrift versehen. Die einzelnen Tabs mit den Gruppen und deren Einstellungen und Anzeigen werden nun genauer erklärt:

10.2.2. Bildaufnahme (1.Tab)

Die Einstellungen Nr.1 bis Nr.5 sind die wichtigsten Einstellungen, die vorgenommen werden müssen, bevor die Einstellungen übernommen werden und Bilder aufgenommen werden können.

10.2.2.1. Kamera-Einstellungen (1-2)

1. Kamera auswählen
   Hier muss die angeschlossene USB-Kamera ausgewählt werden, über welche Bilder des Tropfens aufgenommen werden sollen.
   Bei Problemen bei der Schnittstellenauswahl
   Siehe 10.3.2.

2. Grayscale
   Dieser Schalter muss aktiviert werden, wenn die Kamera Farbbilder aufnehmen kann. Durch die Aktivierung der Grayscale-Funktion werden die Farb-Bilder in Grauwert-Bilder umgewandelt, um die automatische Hintergrund-Beleuchtungsansteuerung und die automatische Winkelberechnung zu ermöglichen.

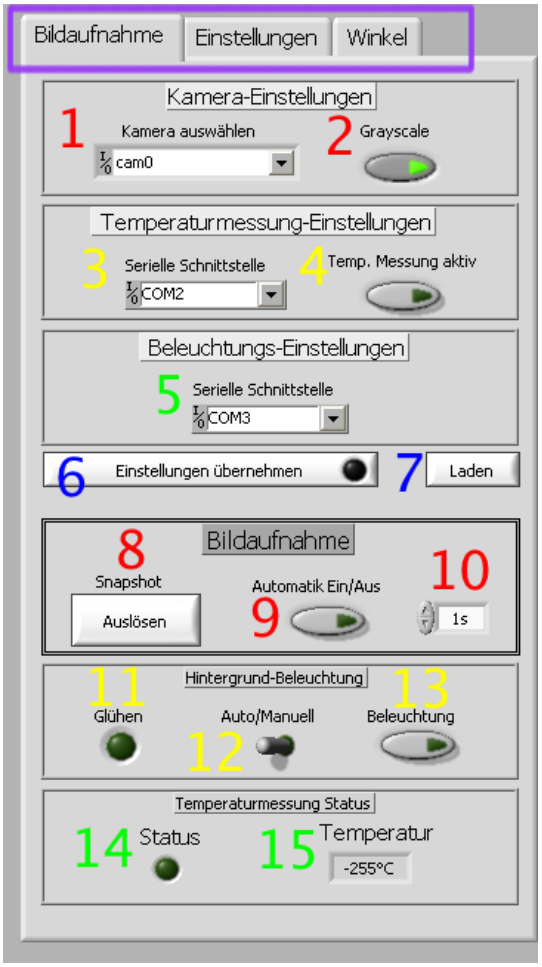


Abbildung 10-5 Funktionen der Bildaufnahme (1.Tab)

10.2.2.2. Temperaturmessung-Einstellungen (3-4)

3. Serielle Schnittstelle
   Hier muss die serielle Schnittstelle angegeben werden, an der das Multimeter zur Temperaturmessung angeschlossen wurde.
   Dabei ist zu beachten, dass das Multimeter auf dem Messbereich „°C“ eingestellt ist und dass der RS-232 Modus aktiviert wurde.
   Bei Problemen bei der Schnittstellenauswahl (siehe10.3.2.).

4. Temp. Messsung aktiv
   Mit diesem Schalter kann die Temperatur-Messung deaktiviert werden, indem der Schalter auf „aus“ gestellt wird. Wenn die Temperatur Messung deaktiviert wurde, muss keine „Serielle Schnittstelle“ eingetragen und das Gerät nicht am PC angesteckt werden.

10.2.2.3. Beleuchtungs-Einstellungen (5)

5. Serielle Schnittstelle
   Hier muss die Serielle Schnittstelle angegeben werden, die in der Hintergrundbeleuchtungs-Ansteuerung eingebaut und mit dem PC verbunden ist. Bei Problemen bei der Schnittstellenauswahl (siehe10.3.2.).

10.2.2.4. Einstellungen übernehmen und Speicherpfad angeben (6)

6. Einstellungen übernehmen
   Mit dem klick auf diesen Taster werden alle Einstellungen übernommen, und nach dem Speicherpfad gefragt, indem das Bild gespeichert werden soll. Hier muss der gewünschte Ordner und ein Name gewählt werden und auf OK geklickt werden. Wurden die Einstellungen übernommen, beginnt die Status-Lampe im Taster grün zu leuchten. Danach wird im „Anzeigebereich“ rechts sofort ein Live-Bild des Schmelzvorganges angezeigt. Ab nun können Bilder unter dem ausgewählten Pfad und Namen abgespeichert werden. Bilder werden immer mit den folgenden Informationen im Bildernamen abgespeichert:
   „gewählter Name + aktuelles Datum + Uhrzeit + zuletzt gemessene Temperatur“

10.2.2.5. Laden von Einstellungen (7)

7. Laden
   Mit dem klick auf „Laden“ werden die unter dem Tab „Einstellungen“ zuletzt gespeicherten Einstellungen geladen. Danach müssen die Einstellungen neu übernommen werden!

10.2.2.6. Bilderaufnahme (8-10)

8. Snapshot Auslösen
   Mit dem klick auf „Auslösen“ wird das aktuell im „Anzeigebereich“ angezeigte Bild, mit dem Namenzusatz „SNAP“ am Ende des Bildernamens unter dem ausgewählten Pfad abgespeichert.

   Das Auslösen von Snapshots ist nach dem Übernehmen der Einstellungen immer möglich, auch wenn bereits die Automatik aktiviert wurde.

9. Automatik ein/aus
   Wird dieser Schalter aktiviert, werden in dem rechts (Nr.10) angezeigtem Auswahlmenü eingestelltem Intervall, Bilder unter dem gewählten Pfad abgespeichert.

10. Intervall
    Wie bereits bei Nr.9 erklärt, wird hier das Intervall eingestellt, in dem, bei aktivierter „Automatik“, Bilder aufgenommen werden.

10.2.2.7. Hintergrund-Beleuchtung (11-13)

11. Glühen
    Diese Status-Lampe zeigt an, ob der im „Anzeigebereich“ angezeigte Tropfen laut Berechnung gerade Glüht oder nicht. Leuchtet die Lampe, bedeutet das, dass der Tropfen glüht, leuchtet sich nicht, wurde der Tropfen nicht als glühend erkannt.

12. Auto/Manuell
    Hier kann zwischen der automatischen Hintergrundbeleuchtungs-Ansteuerung und manueller Steuerung umgeschaltet werden. Zeigt der Schalter nach links ist die Automatische Steuerung aktiv. Zeigt er nach rechts, ist die Manuelle Steuerung aktiv, und man kann mit dem Schalter Nr.13 die Beleuchtung steuern.

13. Beleuchtung
    Mit diesem Schalter kann wie bei Nr.12 bereits beschrieben die Hintergrund-Beleuchtung ein und ausgeschalten werden, falls die manuelle Steuerung aktiv ist.

10.2.2.8. Temperaturmessung (14-15)

14. Status
    Diese Lampe leuchtet kurz auf, wenn erfolgreich Temperatur-Daten vom Multimeter empfangen wurden.

15. Temperatur
    An diesem Anzeigeelement kann, nach erfolgreichem einlesen der Temperatur vom Multimeter, die zuletzt gemessene Temperatur abgelesen werden.

10.2.3. Einstellungen (2.Tab)

Die Einstellungen Nr.1, 2, 4, 5 und 6 sind ident mit den Einstellungen im 1.Tab „Bildaufnahme“.

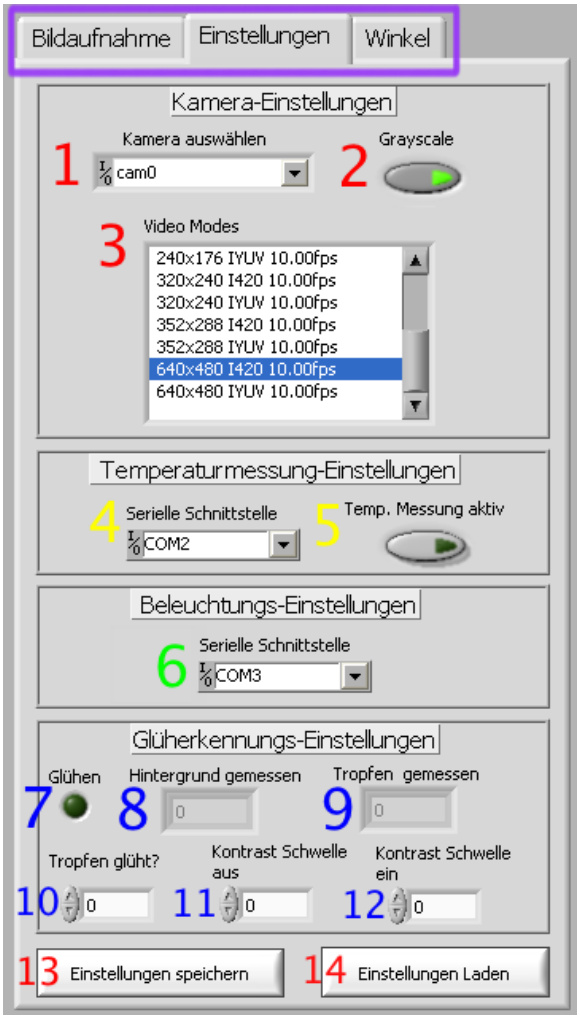


Abbildung 10-6 Einstellungen (2.Tab)

10.2.3.1. Kamera-Einstellungen (1-3)

1. Kamera auswählen
   Hier muss die angeschlossene USB-Kamera ausgewählt werden, über welche Bilder des Tropfens aufgenommen werden sollen.
   Bei Problemen bei der Schnittstellenauswahl (siehe10.3.2.).

2. Grayscale
   Dieser Schalter muss aktiviert werden, wenn die Kamera Farbbilder aufnehmen kann. Durch die Aktivierung der Grayscale-Funktion werden die Farbbilder in Grauwert-Bilder umgewandelt, um die automatische Hintergrund-Beleuchtungsansteuerung und die automatische Winkelberechnung zu ermöglichen.

3. Video Modes
   Hier kann der Aufnahmemodus der Kamera festgelegt werden. Es sollte immer eine Auflösung von 640x480 Pixel ausgewählt werden.
   Das Bild sollte in einem der zwei Pixelformate, I420 oder IYUV aufgenommen werden, da diese von LabVIEW unterstützt werden.
   Falls eine neue Kamera angeschlossen wurde, müssen die Einstellungen zuerst übernommen werden, um die Liste der Video-Mods, die die Kamera beherrscht, neu aufzulisten. Danach kann der Video-Mod, währen das Live-Bild angezeigt wird geändert werden. Die Einstellungen müssen nicht neu übernommen werden.

10.2.3.2. Temperaturmessung-Einstellungen (4-5)

4. Serielle Schnittstelle
   Hier muss die serielle Schnittstelle angegeben werden, an der das Multimeter zur Temperaturmessung angeschlossen wurde. Dabei ist zu beachten, dass das Multimeter auf dem Messbereich „°C“ eingestellt ist und dass der RS-232 Modus aktiviert wurde. Bei Problemen bei der Schnittstellenauswahl (siehe10.3.2.).

5. Temp. Messung aktiv
   Mit diesem Schalter kann die Temperatur-Messung deaktiviert werden, indem der Schalter auf „aus“ gestellt wird. Wenn die Temperatur Messung deaktiviert wurde, muss keine „Serielle Schnittstelle“ eingetragen und das Gerät nicht am PC angesteckt werden.

10.2.3.3. Beleuchtungs-Einstellungen (6)

6. Serielle Schnittstelle
   Hier muss die Serielle Schnittstelle angegeben werden, die in der Hintergrundbeleuchtungs-Ansteuerung eingebaut ist und mit dem PC verbunden ist. Bei Problemen bei der Schnittstellenauswahl (siehe10.3.2.).

10.2.3.4. Glüherkennungs-Einstellungen (7-12)

7. Glühen
   Diese Status-Lampe zeigt an, ob der im „Anzeigebereich“ angezeigte Tropfen laut Berechnung gerade Glüht oder nicht. Leuchtet die Lampe, bedeutet das, dass der Tropfen glüht und umgekehrt.

8. Hintergrund gemessen
   In diesem Anzeigefenster wird die zuletzt gemessene Hintergrundhelligkeit angezeigt. Diese Information dient als Hilfswert beim Einstellen der Bedienelemente Nr. 10, 11 und 12.

9. Tropfen gemessen
   In diesem Anzeigefenster wird die zuletzt gemessene Tropfenhelligkeit angezeigt. Diese Information dient als Hilfswert beim Einstellen der Bedienelemente Nr. 10, 11 und 12.

10. Tropfen glüht?
    Ab dem eingestellten Tropfen-Helligkeitswert, wird die Hysterese angewandt. Dieser Helligkeitswert sollte dem Helligkeitswert des nicht glühenden Tropfens, bei eingeschalteter Beleuchtung entsprechen. In der Praxis hat sich „150“ als brauchbarer Wert erwiesen. Siehe 5.2.7.

11. Kontrast-Schwelle aus
    Dieser Wert entspricht dem Ausschaltwert der Hysterese. Dieser Wert kann verändert werden, um die Breite der Hysterese anpassen zu können. Bei einer Reihe von Tests hat sich als guter Ausgangswert die Zahl „-50“ bewährt. Siehe 5.2.7.

12. Kontrast-Schwelle ein
    Dieser Wert entspricht dem Einschaltwert der Hysterese. Auch dieser Wert kann verändert werden, um die Breite der Hysterese anpassen zu können. Bei einer Reihe von Tests hat sich als guter Ausgangswert die Zahl „50“ bewährt. Siehe 5.2.7.

10.2.3.5. Einstellungen speichern (13)

13. Einstellungen speichern
    Mit dem Tastendruck auf „Einstellungen speichern“ werden alle Einstellungen, die im aktuellen Tab angezeigt werden, unter dem Pfad „C:\Programme\HotDropII“ abgespeichert. Diese können dann im Tab „Einstellungen“ und im Tab „Bildaufnahme“ geladen werden.

10.2.3.6. Einstellungen laden (14)

14. Einstellungen laden
    Mit dem klick auf „Einstellungen Laden“ werden die unter dem Tab „Einstellungen“ zuletzt gespeicherten Einstellungen geladen. Danach müssen die Einstellungen neu übernommen werden!

10.2.4. Winkel (3.Tab)

10.2.4.1. Manuelles Berechnen (1)

1. Linien neu einzeichnen
   Mit diesem Taster werden drei Winkellinien auf den „Anzeigebereich“ gezeichnet, die dann per Hand an den Tropfen angelegt werden können. Oben im „Anzeigebereich“ werden, bei jeder Änderung, sofort die Winkelwerte mitberechnet und angezeigt.

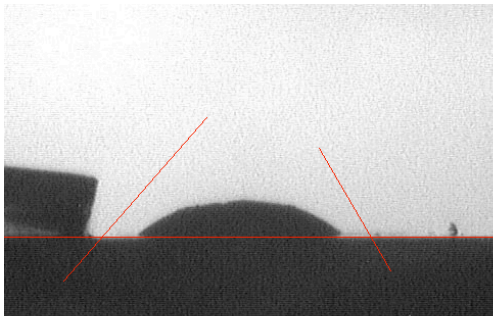


Abbildung 10-8 Tropfenbild mit eingezeichneten Winkellinien

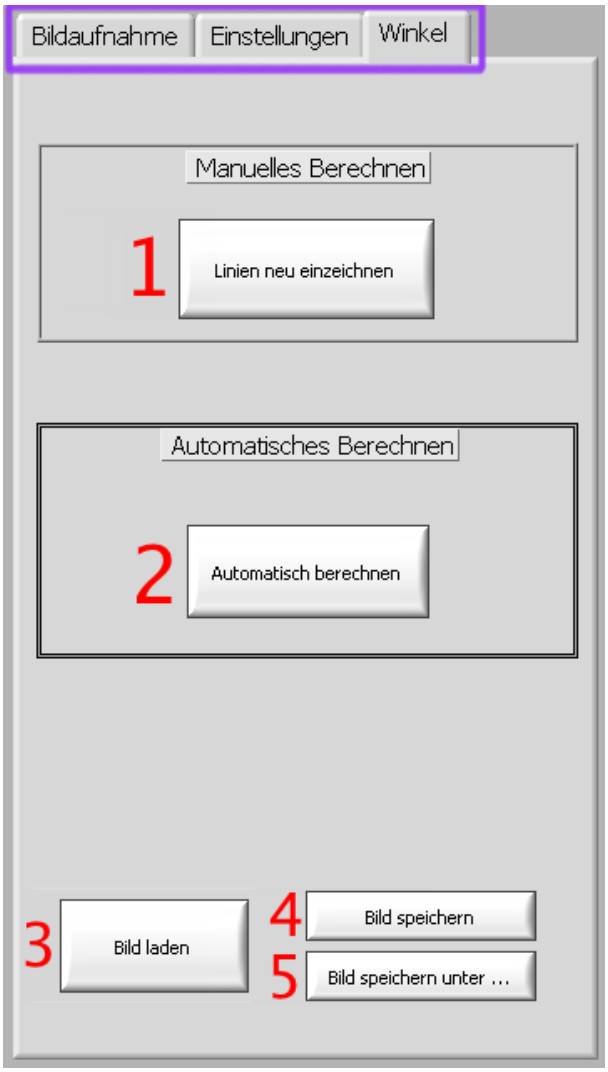


Abbildung 10-7 Funktionen der Winkel-Berechnung (3.Tab)

10.2.4.2. 2 Automatisches Berechnen

2. Automatisch berechnen
   Klickt man auf diesen Taster, wird versucht, die Winkellinien automatisch an den aufgenommenen Tropfen anzulegen.
   Die Winkellinien werden im „Anzeigebereich“ eingezeichnet und können per Hand verschoben werden. Oben im „Anzeigebereich“ werden, bei jeder Änderung, sofort die Winkelwerte mit-berechnet und angezeigt.

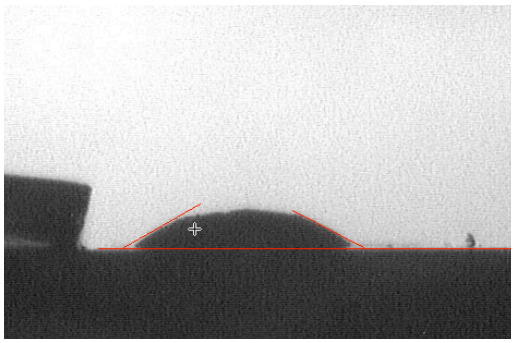


Abbildung 10-9 Tropfenbild mit automatisch angelegten Winkellinien

10.2.4.3. 3-5 Bild speichern und laden

3. Bild laden
   Mit dieser Funktion können Bilder mit oder ohne Winkellinien geladen werden.
   Nach dem man das zu ladende Bild ausgewählt hat, wird dieses mit oder ohne Winkellinien im Anzeigebereich angezeigt. Winkellinien werden nur dann geladen wenn das zum Bild zugehörige XML-File vorhanden ist. Dieses wird erstellt, wenn in ein Bild Winkellinien eingetragen werden und dieses danach abgespeichert wird.

4. Bild speichern
   Klickt man auf diesen Taster, wird das Bild mit den zugehörigen Winkelinformationen, unter dem Pfad, aus dem das Bild geladen wurde, oder unter dem bei der Aufnahme angegebenen Pfad, abgespeichert.

5. Bild speichern unter ...
   Dieser Taster fragt nach einem neuen Pfad, indem das Bild mit den Winkelinformationen gespeichert werden soll. Nach dem ein Pfad ausgewählt wurde und auf OK geklickt wurde, wird das Bild mit den Winkelinformationen unter dem neuen Pfad abgespeichert.

10.3. Der Anzeigebereich (2.Bereich)

Abbildung 10-10 Anzeigebereich des Userinterfaces (2.Bereich)

10.3.1. Überblick über die Funktionen

Der Anzeigebereich hat 7 Funktionen, auf die nun genauer eingegangen wird:

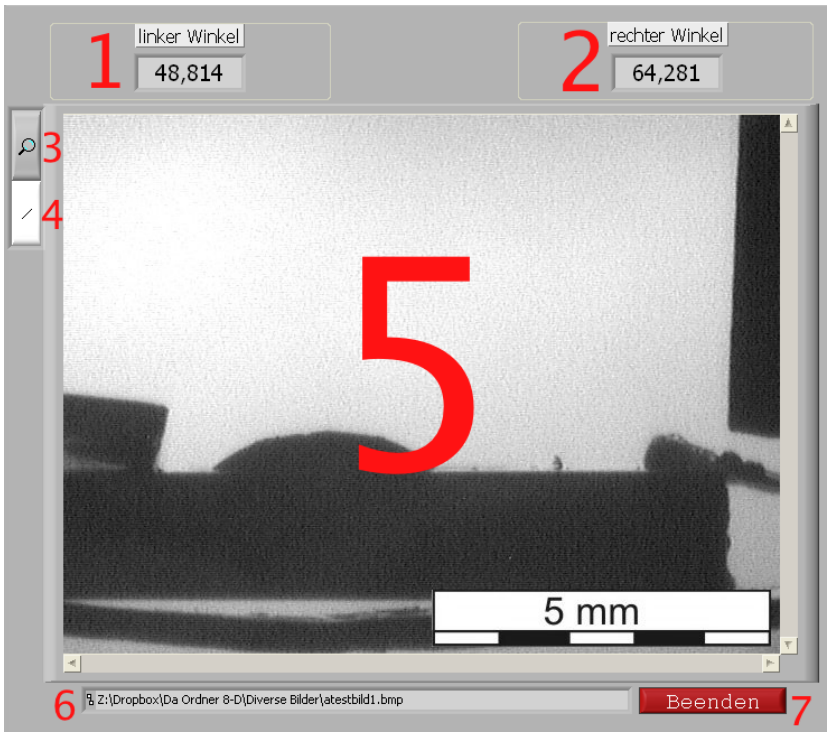


Abbildung 10-11 Funktionen des Anzeigebereiches

10.3.1.1. Winkelanzeigen (1-2)

Die beiden Anzeigen „rechter Winkel“ und „linker Winkel“ geben zu jedem Zeitpunkt den momentanen Winkel in Grad, zwischen den eingezeichneten Winkellinien an.

10.3.1.2. Lupenfunktion (3)

Wird die Lupe ausgewählt, wird der Lupenmodus aktiv. Klickt man in dem Modus auf den Anzeigebereich Nr. 5, wird an der aktuellen Position des Mauszeigers in das angezeigte Bild hineingezoomt, also das Bild vergrößert dargestellt. Klickt man mit gedrückter „Shift-Taste“ oder auch „Umschalt-Taste“ auf den Anzeigebereich Nr. 5, so wird an der aktuellen Position des Mauszeigers hinausgezoomt, also das Bild verkleinert.

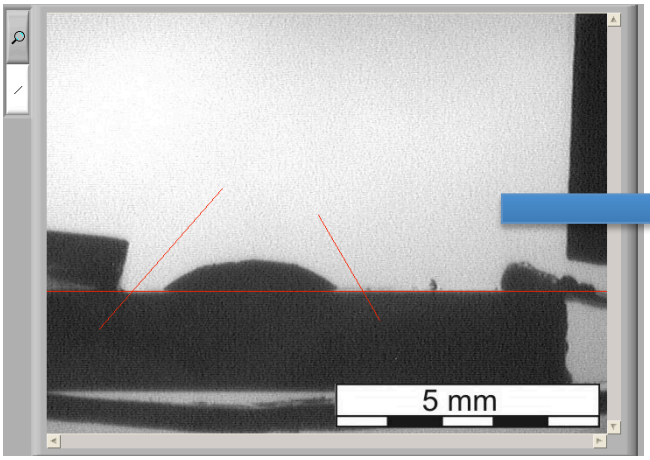


Abbildung 10-13 Bild eines Tropfens

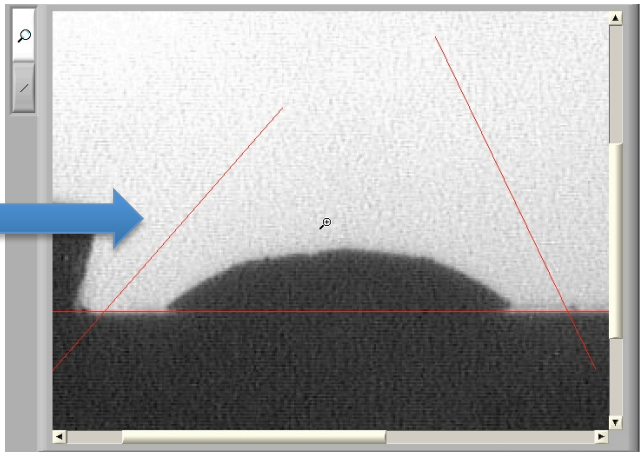


Abbildung 10-12 vergrößertes Tropfenbild

10.3.1.3. Zeichenmodus (4)

Wird der Strich angeklickt, wechselt man in den Zeichenmodus. In diesem Modus können im Anzeigebereich Nr.5 vorhandene Winkellinien bearbeitet werden.

Diese Funktion sollte nur verwendet werden, wenn die Winkellinien verändert werden sollen. Deshalb sollte man sich, bei der Verwendung der Funktionen des Zeichenmodus, im Tab „Winkel“ befinden!

Die Linien können als Ganzes verschoben werden, indem man diese in der Mitte anklickt und mit gedrückter, linker Maustaste an eine andere Stelle verschiebt:

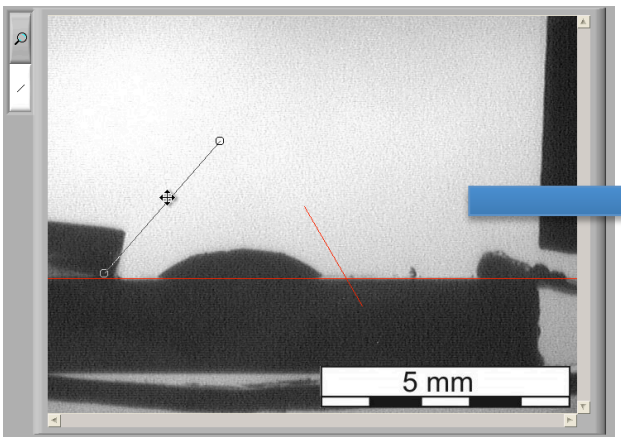


Abbildung 10-15 Bild eines Tropfens

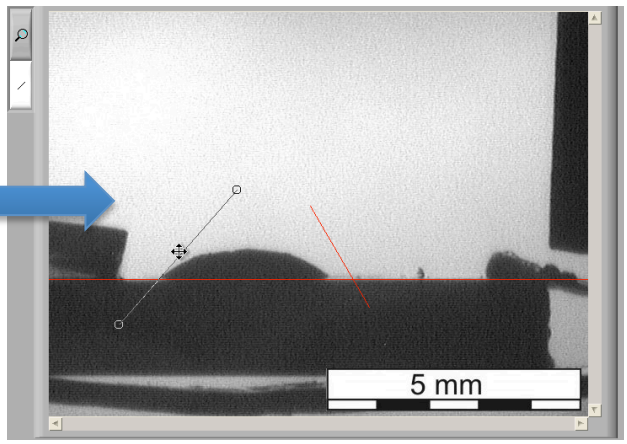


Abbildung 10-14 Tropfenbild mit veränderter Winkellinie

Zusätzlich können die Winkellinien an einem gewünschten Eckpunkt gepackt werden und dieser dann in eine gewünschte Richtung gezogen werden. Der andere Eckpunkt bleibt dabei Fix. Da die Linie zwischen den zwei Eckpunkten gezogen wird, kann dadurch der Winkel und die Länge der Linie verändert werden.

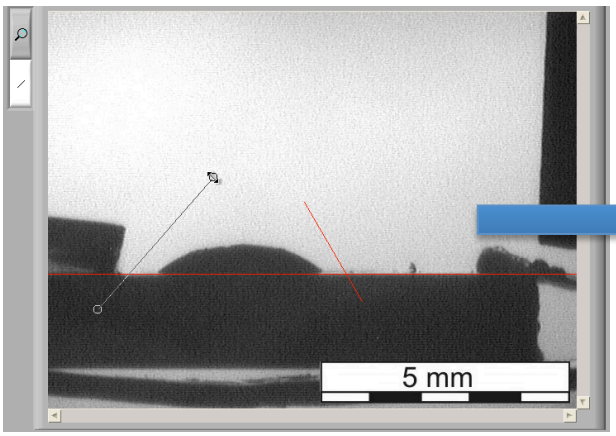


Abbildung 10-17 Bild eines Tropfens

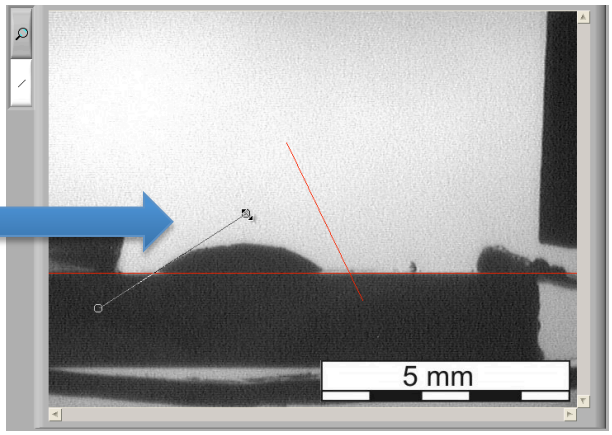


Abbildung 10-16 Tropfenbild mit verönderter Winkellinie

10.3.1.4. Hauptanzeige (5)

1. **Hauptanzeige bei der Bildaufnahme:**

Auf dieser Anzeige, wird bei der Bildaufnahme das Live-Bild des aktuellen Schmelzvorganges angezeigt. Dabei wird zusätzlich eine rot Linie angezeigt, die zur Ausrichtung der Webcam dient:

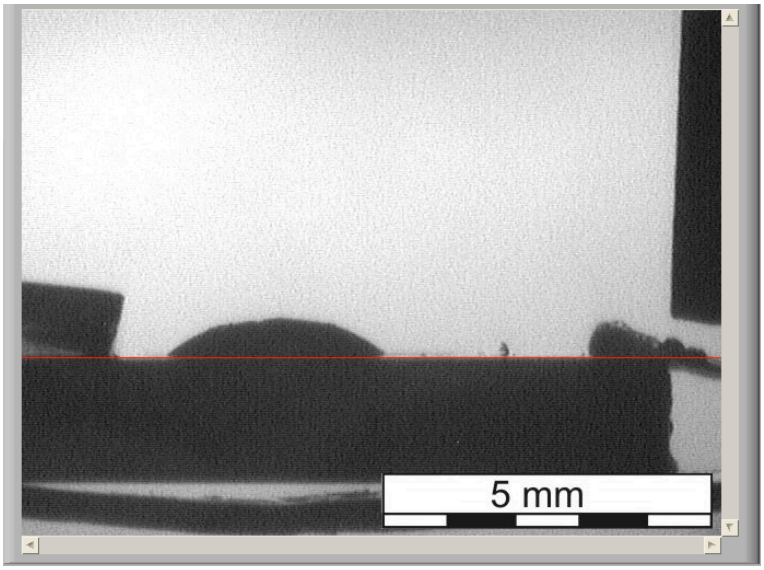


Abbildung 10-18 Live-Bild eines Schmelzvorganges mit Ausrichtungslinie

Die Webcam sollte so ausgerichtet werden, dass die Kante des Testobjekts, mit der Roten Linie übereinstimmt, so wie es auf dem oberen Bild gezeigt wird. Dadurch wird sichergestellt, dass der Tropfen und der Hintergrund bei der automatischen Glüherkennung und Winkelerkennung voneinander unterschieden werden können.

2. **Hauptanzeige bei der Winkelberechnung:**

Bei der Winkel-Berechnung wird auf der Hauptanzeige ein bereits aufgenommener Tropfen angezeigt. Weiters werden die Winkellinien in der Anzeige eingeblendet und können auch wie bei Punkt 4 beschrieben bearbeitet werden.

10.3.1.5. Pfadanzeige (6)

Auf dieser Anzeige wird angezeigt, wo ein Tropfen gespeichert wird, oder von wo ein Tropfen geladen wurde. Immer wenn ein Pfad im Programm angegeben werden muss (z.B. beim Laden und Speichern eines Tropfens), wird dieser in die Pfadanzeige übernommen und von dort auch wieder ausgelesen, falls er im Programm benötigt wird.

10.3.1.6. Beenden (7)

Mit diesem Schalter wird das Programm Beendet.

10.3.2. Schnittstellen Problembehandlung:

Falls nicht bekannt ist, welche Schnittstelle die richtige ist, oder nicht angezeigt wird, sollte das auszuwählende Gerät einfach abgesteckt werden, die verfügbaren Seriellen Schnittstellen in der Auswahl aktualisiert werden, das Gerät wieder angesteckt werden und die Auswahl noch einmal aktualisiert werden. Die dann hinzugekommene Schnittstelle ist die des gesuchten Gerätes.

11. Bedienungsanleitung

11.1. Kurzanleitung Messung

11.1.1. Grundeinstellungen vornehmen

Bevor die Bildaufnahme gestartet werden kann müssen einige Einstellungen vorgenommen werden.
Wurden bereits Einstellungen gespeichert können diese mit dem Button „Laden“ geladen werden. Das Speichern der Einstellungen wird im Punkt 11.4. beschrieben.

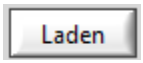


Abbildung 11-1 Laden Button

Sind keine gespeicherten Einstellungen vorhanden müssen sie wie in den folgenden Unterpunkten beschrieben vorgenommen werden.

11.1.1.1. Kamera-Einstellungen

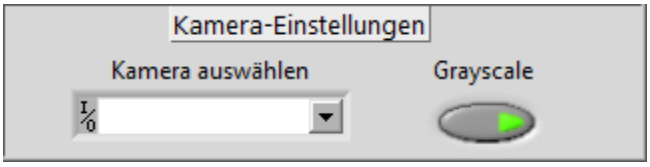


Abbildung 11-2 Kamera Einstellungen

Hier wird die Kamera ausgewählt mit der die Bilder aufgenommen werden sollen.
Mit dem Schalter „Grayscale“ kann ausgewählt werden ob ein Schwarz/Weiß- oder ein Farbbild aufgenommen wird. Dabei ist zu beachten, dass bei Farbbildern die automatische Winkelerkennung nicht funktioniert.

11.1.1.2. Temperaturmessung-Einstellungen

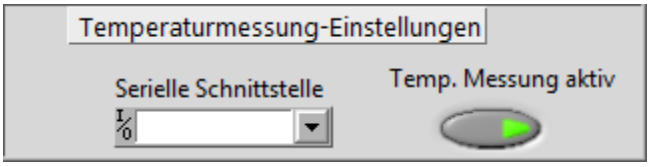


Abbildung 11-3 Temperaturmessung-Einstellungen

Hier wird die Serielle Schnittstelle ausgewählt an der das Multimeter, das für die Temperaturmessung zuständig ist, angeschlossen ist.
Über den Schalter „Temp. Messung aktiv“ kann ausgewählt werden ob die Temperaturmessung durchgeführt werden soll.

11.1.1.3. Beleuchtungs-Einstellungen

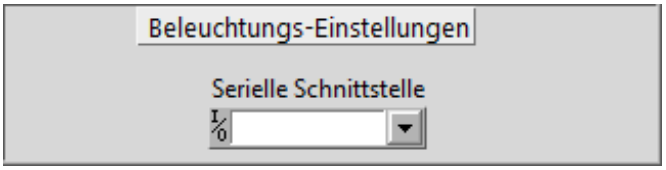


Abbildung 11-4 Beleuchtungs-Einstellungen

Hier wird die Serielle Schnittstelle ausgewählt an der die Hintergrundbeleuchtungsansteuerung angeschlossen ist.

11.1.1.4. Einstellungen Übernehmen

Sind alle Einstellungen korrekt klickt man auf den Button „Einstellungen übernehmen“.

Abbildung 11-5 Einstellungen übernehmen Button

Danach öffnet sich ein Fenster in dem man den gewünschten Speicherpfad auswählt.

11.1.2. Bildaufnahme

Wenn alle Einstellungen vorgenommen und mit dem Button „Einstellungen übernehmen“ bestätigt wurden kann die Bildaufnahme gestartet werden.

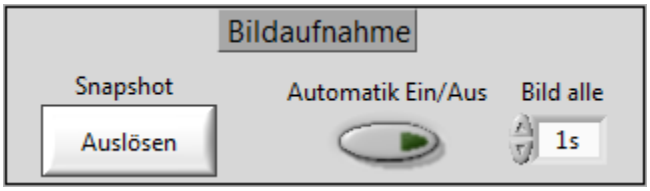


Abbildung 11-6 Bildaufnahme

Snapshot:

Will man ein einzelnes Bild aufnehmen klickt man auf den Button „ Snapshot“.

Automatik:

Mit dem Schalter „Automatik Ein/Aus“ wird automatisch in bestimmten Zeitabständen ein Bild aufgenommen. Diese Zeitabstände können unter „Bilder alle“ eingestellt werden.

11.1.3. Auswerten der Bilder

Um zur Auswertung zu gelangen klickt man oben auf den Tab „Winkel“.

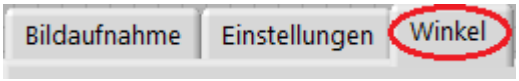


Abbildung 11-7 Winkel Tab

11.1.3.1. Bild laden

Bevor die Auswertung eines Bildes beginnen kann muss es geladen werden.

Dazu klickt man auf den Button „Bild laden…“

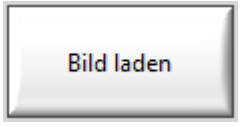


Abbildung 11-8 Bild laden Button

Es öffnet sich ein Fester in dem man das gewünschte Bild auswählt.
Wurde das Bild bereits bearbeitet werden die eingezeichneten Linien ebenfalls geladen und angezeigt.

11.1.3.2. Automatische Auswertung des Bildes

Um das Bild automatisch auszuwerten klickt man auf den Button “Automatische berechnen“.

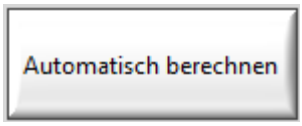


Abbildung 11-9 Automatisch berechnen Button

Es werden die Linien Automatisch eingezeichnet und die Winkel berechnet.

11.1.3.3. Manuelle Auswertung des Bildes

Falls die automatische Auswertung nicht genau genug ist können die angelegten Linien per Hand nachbearbeitet werden. Werden nicht alle Linien angezeigt Klickt man auf den Button „Linien neu einzeichnen“.

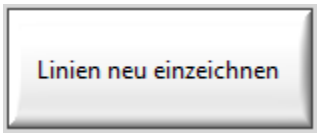


Abbildung 11-10 Linien neu einzeichnen Button

Dadurch werden alle Linien neu Positioniert.

Ändern der Linien:
Werden alle Linien auf dem Display angezeigt können sie mit der Maus neu positioniert und verändert werden. Dazu packt man die Linie entweder in der Mitte um sie zu verschieben oder an den Endpunkten um den Winkel zu ändern.

11.1.3.4. Abspeichern der Bilder

Sind die Linien richtig eingezeichnet können die Bilder mitsamt Linieninformationen abgespeichert werden.

Unter Selben Namen und Ort:
Will man das Bild unter dem aktuellen Speicherort und Namen abspeichern klickt man auf den Button „ Bild Speichern“.

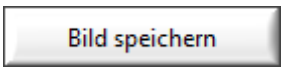


Abbildung 11-11 Bild Speichern Button

Unter neuem Ort und Namen:
Will man das Bild unter einem neuen Speicherort und/oder Namen abspeichern klickt man auf

den Button „Bild Speichern unter…“

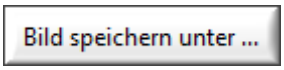


Abbildung 11-12 Bild speichern unter Button

Es öffnet sich ein Fenster in dem der Name und Speicherort ausgewählt werden kann.

Hinweis:
Werden die Bilder im Explorer verschoben oder kopiert muss darauf geachtet werden, dass die zu den Bildern zugehörigen XML Dateien mitverschoben oder kopiert werden. Die Namen der XML Files sind bist auf die Endung „.xml“ identisch mit den Namen der Bilder. Diese XML Dateien enthalten die Linieninformationen.

11.1.4. Erweiterte Einstellungen

Unter der Registerkarte „Einstellungen“

Abbildung 11-13 Einstellungen Tab

können neben den unter „11.1. Grundeinstellungen“ beschriebenen, noch weitere Einstellungen vorgenommen werden. Außerdem können hier die Einstellungen abgespeichert werden.

11.1.4.1. Kamera Einstellungen

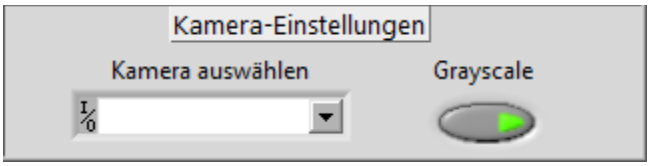


Abbildung 11-14 Kamera Einstellungen

Hier wird die Kamera ausgewählt mit der die Bilder aufgenommen werden sollen.
Über den Schalter „Grayscale“ kann ausgewählt werden ob ein Schwarz/Weiß oder ein Farbbild aufgenommen werden soll. Dabei ist zu beachten, dass bei Farbbildern die Automatische Winkelerkennung nicht funktioniert.

Zusätzlich kann der Video Mode ausgewählt werden in dem die Kamera betrieben werden soll. Für die Messung ist ein Video Mode mit einer Auflösung von 640 x 480 Pixel am besten geeignet.

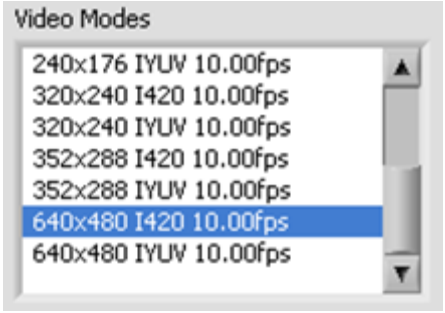


Abbildung 11-15 Video Modes

11.1.4.2. Temperaturmessung-Einstellungen

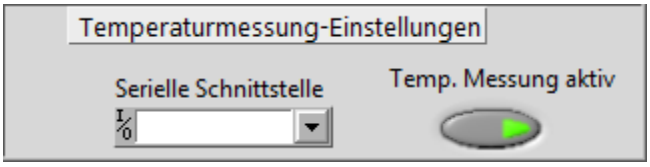


Abbildung 11-16 Temperaturmessung-Einstellungen

Hier wird die Serielle Schnittstelle ausgewählt an die das Multimeter, das für die Temperaturmessung zuständig ist, angeschlossen ist.
Über den Schalter „Temp. Messung aktiv“ kann ausgewählt werden ob die Temperaturmessung durchgeführt werden soll.

11.1.4.3. Beleuchtungs-Einstellungen

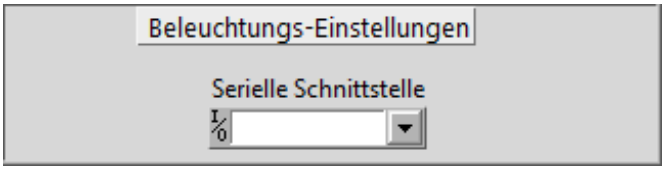


Abbildung 11-17 Beleuchtungs-Einstellungen

Hier wird die Serielle Schnittstelle ausgewählt an der die Hintergrundbeleuchtungsansteuerung angeschlossen ist.

11.1.4.4. Glüherkennungs-Einstellungen

Unter diesem Punkt können die aktuellen Helligkeitswerte des Testobjektes und des Hintergrundes abgelesen und die Einstellungen für die automatische Hintergrundbeleuchtungsansteuerung angepasst werden.

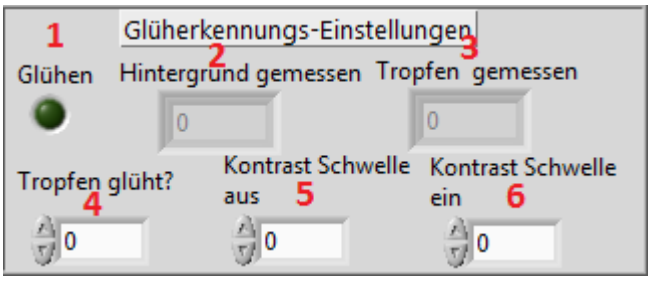


Abbildung 11-18 Glüherkennungs-Einstellungen

1. Hier wird angezeigt ob mit den aktuellen Einstellungen der Tropfen als glühend erkannt wird oder nicht.
2. Hier wird der Helligkeitswert des Hintergrundes ausgegeben.
3. Hier wird der Helligkeitswert des Tropfens ausgegeben.
4. Hier wird eingestellt welchen Helligkeitswert der Tropfen mindestens erreichen muss damit die Glüherkennung aktiviert wird. Hier sollte ein Wert eingestellt werden der ungefähr dem Helligkeitswert des kalten Tropfens bei eingeschalteter Hintergrundbeleuchtung entspricht.
5. Hier wird der Wert eingestellt der, bei aktiver Hintergrundbeleuchtung, angibt wie weit sich der Tropfenhelligkeitswert dem Hintergrundhelligkeitswert nähern soll bevor die Hintergrundbeleuchtung ausgeschaltet wird. Dieser Wert ist also die minimale Differenz zwischen dem Hintergrundhelligkeitswert und dem Tropfenhelligkeitswert bei der die Hintergrundbeleuchtung noch aktiv ist. Unterschreitet die Differenz den eingestellten Wert wird die Hintergrundbeleuchtung ausgeschalten.
6. Hier wird der Wert eingestellt der, bei inaktiver Hintergrundbeleuchtung, angibt wie weit sich der Tropfenhelligkeitswert dem Hintergrundhelligkeitswert nähern soll bevor die Hintergrundbeleuchtung eingeschaltet wird. Dieser Wert ist also die minimale Differenz zwischen dem Hintergrundhelligkeitswert und dem Tropfenhelligkeitswert bei der die Hintergrundbeleuchtung inaktiv ist. Unterschreitet die Differenz den eingestellten Wert wird die Hintergrundbeleuchtung eingeschalten.

11.1.4.5. Speichern/Laden der Einstellungen

Abbildung 11-19 Einstellungen Speichern\Laden Buttons

Klickt man auf „Einstellungen Speichern“ werden die aktuellen Einstellungen abgespeichert. Klickt man auf „Einstellungen Laden“ werden die zuletzt gespeicherten Einstellungen geladen. Es können nicht mehrere Einstellungsvarianten gespeichert werden. Klickt man also auf „Einstellungen speichern“ werden die zuvor abgespeicherten Einstellungen überschrieben.

11.2. Hardware

11.2.1. Bedienung

Abbildung 11-20 Oberseite Hardware

Steckdose:
An dieser Steckdose wird die Hintergrundbeleuchtung angesteckt.

Wahlschalter:
Mit diesem Drehwahlschalter wird zwischen „Ausgeschalten“ ,“Eingeschalten“ und „Ansteuerung über PC“ gewählt werden.

Stellung Links (Ein) : Ansteuerung über PC
Mittelstellung (Aus) : Aus
Stellung Rechts (Auto): Direkt eingeschalten

Betriebsanzeige:
Diese LED zeigt an ob die Schalung in Betrieb ist. Diese LED leuchtet nur auf wenn der Wahlschalter auf „Auto“ eingestellt ist.

11.2.2. Fehlerbehebung

Achtung!

Bevor Reparaturen an der Hardware vorgenommen werden Netzstecker ziehen!

11.2.2.1. Wechseln der Sicherungen Außen

Möglicher Fehlerfall: Weder die Ansteuerung über den Computer noch die direkte Ansteuerung über den Drehwahlschalter an der Hardware funktioniert.

Abbildung 11-21 Vorderseite Hardware

Sicherungshalter:

In dem in die Kaltgerätebuchse integrierten Sicherungshalter befinden sich die beiden Netzsicherungen.

Sicherungen: 5x20mm 3.15A Träge

Um zu den Sicherungen zu gelangen muss die Abdeckkappe entfernt werden.

11.2.2.2. Wechseln der Sicherung Innen

Möglicher Fehlerfall: Die Ansteuerung über den Drehwahlschalter an der Hardware Funktioniert jedoch die Ansteuerung über den Computer nicht.

Um die Sicherung im inneren des Gehäuses zu wechseln müssen als erstes die vier Schrauben die sich auf der Bodenplatte befinden gelöst und das Gehäuse geöffnet werden.
Dann kann die defekte Sicherung getauscht werden.

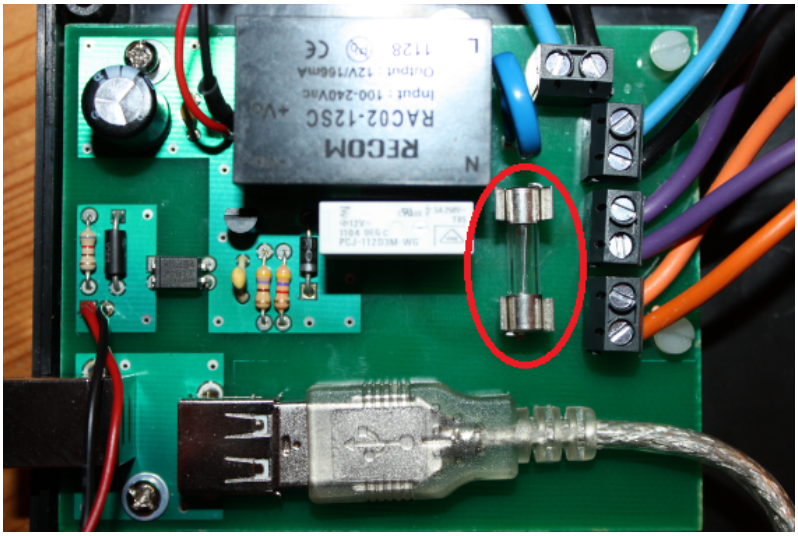


Abbildung 11-22 Platine

‘

Sicherungshalter
Sicherung: 5x20mm 1A Träge

11.2.2.3. Wechseln des USB - RS232 Adapters

Möglicher Fehlerfall: Die Ansteuerung über den Drehwahlschalter an der Hardware Funktioniert jedoch die Ansteuerung über den Computer nicht.

Um den USB RS232 Adapter zu Tauschen muss das Gehäuse geöffnet werden. Dazu löst man als erstes die vier Schrauben die sich auf der Bodenplatte befinden. Dann kann das Gehäuse auseinandergenommen werden.

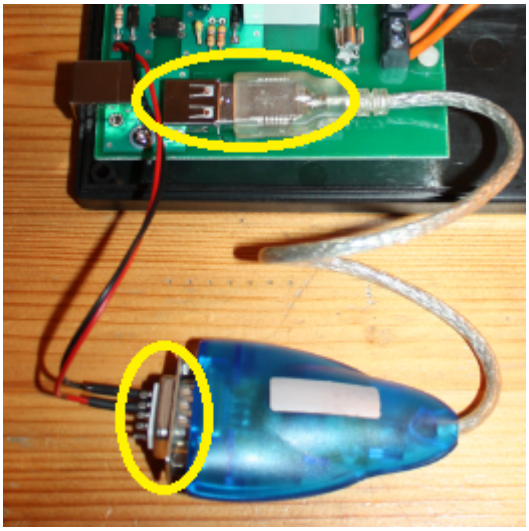


Abbildung 11-23 Anschluss USB - RS232 Converter

Um den USB – RS232 Adapter von der Restlichen Schaltung zu trennen müssen die beiden gelb markierten Steckverbindungen gelöst werden.

Abbildung 2-1 Systemkonzept 5
Abbildung 3-1 – Winkellinien mit an einer Tropfenform 12
Abbildung 4-1 - Parallele Ereignisstrukturen 13
Abbildung 4-2 Timeout-Ereignis 14
Abbildung 4-3 Beenden-Ereignis 15
Abbildung 4-4 Einfügen eines Eigenschaftsknoten 15
Abbildung 4-5 Eigenschaft des Eigenschaftsknotens 16
Abbildung 4-6 Variable des Eigenschaftsknotens 16
Abbildung 4-7 fertiger Eigenschaftsknoten 16
Abbildung 5-1 Einfügen von IMAQ Write File 17
Abbildung 5-2 Einfügen von Ni-IMAQdx Funktionen 17
Abbildung 5-3 Einfügen der IMAQ- ExtractSingleColorPlane Funktion 18
Abbildung 5-4 Livebild Ereignis 18
Abbildung 5-5 Case Struktur des Livebildes 19
Abbildung 5-6 Livebild Überblick 20
Abbildung 5-7 Livebild Teil 1 20
Abbildung 5-8 Livebild Teil 2, Sequenz 1 21
Abbildung 5-9 Livebild Teil 2, Sequenz 2 22
Abbildung 5-10 Livebild Teil 3 23
Abbildung 5-11 Livebild Teil 4 23
Abbildung 5-12 Livebild Teil 5 24
Abbildung 5-13 Überblick Snapshot 24
Abbildung 5-14 Timeout Ereignis des zyklischen Speicherns 25
Abbildung 5-15 Überblick zyklisches Speichern 26
Abbildung 5-16 Case Bedingungen des Zyklischen Speicherns 26
Abbildung 5-17 Timer-Zahl des Zyklischen Specherns erhöhen 27
Abbildung 5-18 Bild speichern Funktion des Zyklischen Speicherns 27
Abbildung 5-19 Timer-Zahl des Zylischen speicherns zurücksetzen 28
Abbildung 5-20 Case Funktion der Glüherkennung 29
Abbildung 5-21 Überblick Glüherkennung 30
Abbildung 5-22 Teil 1 der Glüherkennung 31
Abbildung 5-23 Teil 2 der Glüherkennung 32
Abbildung 5-24 Teil 3 der Glüherkennung 32
Abbildung 5-25 Teil 4 der Glüherkennung 33
Abbildung 5-26 Teil 5 der Glüherkennung 34
Abbildung 5-27 Hysterese der Glüherkennung 35
Abbildung 5-28 Hysterese Allgemein 36
Abbildung 5-29 Hysterese der Glüherkennung 37
Abbildung 5-30 Hysterese der Glüherkennung - letzter Tropfenzustand nicht glühend 38
Abbildung 5-31 Hysterese der Glüherkennung - letzter Tropfenzustand nicht glühend 39
Abbildung 5-32 Überblick Einstellungen übernehmen 40
Abbildung 5-33 Teil 1 von Einstellungen übernehmen - Arrays initialisieren 40
Abbildung 5-34 Teil 2 von Einstellungen übernehmen - Pfad abfragen und Variablen setzen 41
Abbildung 5-35 Einstellungen übernehmen - Ausrichtungslinie einzeichnen 42
Abbildung 5-36 Einstellungs-Übersicht 43
Abbildung 5-37 Einstellungen speichern 44

Abbildung 5-38 Einstellungen laden 45
Abbildung 5-39 erstellen des Ausgangscluster in Einstellungen speichern 46
Abbildung 5-40 Neu einzeichnen der Linien 47
Abbildung 5-41 - Linieninformationen von Anzeige auslesen 49
Abbildung 5-42 - Berechnung der Kontaktwinkel 50
Abbildung 6-1 - Startbildschirm NI Vision 56
Abbildung 6-2 - Benutzeroberfläche NI Vision 57
Abbildung 6-3 - NI Vision Find Straight Edge 58
Abbildung 6-4 - NI Vision Find Straight Edge nähere Informationen 58
Abbildung 6-5 - NI Vision Edge Detector 60
Abbildung 6-6 - NI Vision Edge Detector nähere Informationen 60
Abbildung 6-7 - NI Vision Adv. Straight Edge 61
Abbildung 6-8 - NI Vision Adv. Straight Edge nähere Informationen 61
Abbildung 6-9 - NI Vision Measure Funktion 62
Abbildung 6-10 - NI Vision Glüherkennung Testobjekt nähere Informationen 63
Abbildung 6-11 - NI Vision Glüherkennung Testobjekt nähere Informationen 63
Abbildung 6-12 - NI Vision Create LabVIEW VI 64
Abbildung 6-13 - LabVIEW VI Creation Wizard 64
Abbildung 6-14 - Übersicht Code Winkelerkennung 65
Abbildung 6-15 - Code Erkennen der Oberfläche 66
Abbildung 6-16 - Einstellungs SubVI Erkennen der Oberfläche 67
Abbildung 6-17 - Code Erkennen der Kanten des Tropfens 68
Abbildung 6-18 - Code Erkennen des Linken Winkels 69
Abbildung 6-19 - Anschlüsse Sub VI für Einstellungen Erkennen Winkel links 70
Abbildung 6-20 - Positionierung der ROI 70
Abbildung 6-21 - Code SubVI für Einstellungen Erkennen der Kanten des Tropfens 71
Abbildung 6-22 - Erklärung Angaben ROI 71
Abbildung 6-23 - Code Berechnung ROI Winkel 72
Abbildung 6-24 - Einstellungen ROI Positionierung 73
Abbildung 6-25 - Anschlüsse Sub VI für Einstellungen Erkennen Winkel rechts 74
Abbildung 6-26 - Search Direction 74
Abbildung 6-27 - Verarbeitung Linieninformationen 75
Abbildung 6-28 - Übersicht Code Erkennen von Glühen 77
Abbildung 6-29 - Eingänge von Glühen erkennen 78
Abbildung 6-30 - Messung/Auswertung Testobjekt 79
Abbildung 6-31 – Ausgänge Erkennen von Glühen 80
Abbildung 7-1 Temperaturmessung Thermoelement 81
Abbildung 7-2 Temperaturmessung Amprobe 82
Abbildung 7-3 Ausschnitt der Auswertetabelle, des verwendeten Multimeters 84
Abbildung 7-4 verwendete Case Struktur 85
Abbildung 7-5 Serielle Funktionen 85
Abbildung 7-6 Übersicht - Temoeraturmessung 86
Abbildung 7-7 Temperaturmessung 1.Sequenz 86
Abbildung 7-8 Temperaturmessung 2. Sequenz 87
Abbildung 7-9 Temperaturmessung 1.Sequenz Case-Struktur 88
Abbildung 7-10 Temperaturmessung 3.Sequenz 88

Abbildung 11 Neues Projekt....89
Abbildung 12 VI Hinzufügen....89
Abbildung 13 Exe erstellen....90
Abbildung 14 Exe erstellen Einstellungen Informationen....90
Abbildung 15 Exe erstellen Einstellungen Quelldatei....90
Abbildung 16 Exe erstellen Einstellungen Einst. Quelldatei....91
Abbildung 17 Exe erstellen Einstellungen Symbol Auswählen....91
Abbildung 18 Exe erstellen Einstellungen Symbol Auswählen Speicherort....92
Abbildung 19 Exe erstellen Einstellungen Fortgeschrittene Einstellungen....92
Abbildung 20 Exe erstellen Einstellungen Zusätzliche Ausschließungen....93
Abbildung 21 Build Status....93
Abbildung 22 Build Spezifikationen....93
Abbildung 23 Ordner zu Projektexplorer hinzufügen....94
Abbildung 24 Projekt Explorer....94
Abbildung 25 Installer erstellen....95
Abbildung 26 Installer erstellen Einstellungen Name und Pfad....95
Abbildung 27Installer erstellen Einstellungen zusätzliche Ordner erstellen....96
Abbildung 28 Installer erstellen Einstellungen Quelldatei hinzufügen....96
Abbildung 29 Installer erstellen Einstellungen zusätzliche Installer....97
Abbildung 30 Installer erstellen CDs auswählen....97
Abbildung 31Installer erstellen Pad zu CDs....98
Abbildung 32 Installer erstellen Fertige Projektdateien....98
Abbildung 9-1 - Blockschaltbild Hardware....99
Abbildung 9-2 - Übersicht Schaltung Hardware....100
Abbildung 9-3 - PBC Layout Hardware....101
Abbildung 9-4 - Diagramm Stromstärke Leiterplatten....102
Abbildung 9-5 - Schaltsymbol Optokoppler....102
Abbildung 9-6 - Schaltsymbol Supressordiode....103
Abbildung 9-7 - Durchführung USB....103
Abbildung 9-8 - Pinbelegung RS232....104
Abbildung 9-9 - Abmessungen Gehäuse....106
Abbildung 9-10 - Oberseite Hardware....107
Abbildung 9-11 - Vorderseite Hardware....108
Abbildung 9-12 - Rückseite Hardware....108
Abbildung 9-13 - Platine Hardware....109
Abbildung 9-14 - Verkabelung Wahlschalter....109
Abbildung 10-1 Userinterface....110
Abbildung 10-2 Unterteilung des Userinterfaces....110
Abbildung 10-3 Das Bedienfeld des Userinterfaces (1.Bereich)....111
Abbildung 10-4 Tableiste des 1. Bereiches....111
Abbildung 10-5 Funktionen der Bildaufnahme (1.Tab)....112
Abbildung 10-6 Einstellungen (2.Tab)....115
Abbildung 10-7 Funktionen der Winkel-Berechnung (3.Tab)....117
Abbildung 10-8 Tropfenbild mit eingezeichneten Winkellinien....117
Abbildung 10-9 Tropfenbild mit automatisch angelegten Winkellinien....118
Abbildung 10-10 Anzeigebereich des Userinterfaces (2.Bereich)....119

Abbildung 10-11 Funktionen des Anzeigebereiches 119
Abbildung 10-12 vergrößertes Tropfenbild 120
Abbildung 10-13 Bild eines Tropfens 120
Abbildung 10-15 Bild eines Tropfens 121
Abbildung 10-14 Tropfenbild mit veränderter Winkellinie 121
Abbildung 10-16 Tropfenbild mit verönderter Winkellinie 121
Abbildung 10-17 Bild eines Tropfens 121
Abbildung 10-18 Live-Bild eines Schmelzvorganges mit Ausrichtungslinie 122
Abbildung 11-1 Laden Button 124
Abbildung 11-2 Kamera Einstellungen 124
Abbildung 11-3 Temperaturmessung-Einstellungen 124
Abbildung 11-4 Beleuchtungs-Einstellungen 124
Abbildung 11-5 Einstellungen übernehmen Button 125
Abbildung 11-6 Bildaufnahme 125
Abbildung 11-7 Winkel Tab 125
Abbildung 11-8 Bild laden Button 125
Abbildung 11-9 Automatisch berechnen Button 126
Abbildung 11-10 Linien neu einzeichnen Button 126
Abbildung 11-11 Bild Speichern Button 126
Abbildung 11-12 Bild speichern unter Button 127
Abbildung 11-13 Einstellungen Tab 127
Abbildung 11-14 Kamera Einstellungen 127
Abbildung 11-15 Video Modes 127
Abbildung 11-16 Temperaturmessung-Einstellungen 128
Abbildung 11-17 Beleuchtungs-Einstellungen 128
Abbildung 11-18 Glüherkennungs-Einstellungen 129
Abbildung 11-19 Einstellungen Speichern\Laden Buttons 129
Abbildung 11-20 Oberseite Hardware 130
Abbildung 11-21 Vorderseite Hardware 131
Abbildung 11-22 Platine 132
Abbildung 11-23 Anschluss USB - RS232 Converter 133